tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 44 - nr. 3 - 1979

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 55,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 55,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4344.

LIDAR ONDERZOEK VAN DE ATMOSFEER

Drs. C.W. Lamberts
Physisch Laboratorium TNO

Atmospheric research using lidar. A remote sensing technique using elastic backscatter from atmospheric aerosols and molecules is described. Signal processing in case of both homogeneous and inhomogeneous atmospheric conditions is briefly discussed. Examples of measurements using a 1.06 micrometer wavelength lidar are shown. Some results of statistical processing of many lidar measurements and meteorological data are presented.

LIDAR ONDERZOEK VAN DE ATMOSFEER

De kennis omtrent de optische parameters van de atmosfeer, zoals transmissie, absorptie en verstrooiing, berust van oudsher op in situ metingen of op metingen, waarbij over een vast traject een gemiddelde waarde bepaald wordt. Dankzij de ontwikkeling van de pulslaser in de zestiger jaren is een lichtbron beschikbaar gekomen die een korte pulsduur paart aan een hoog vermogen. Wanneer een dergelijke lichtflits in de atmosfeer uitgezonden wordt, dan is het mogelijk om d.m.v. het aan de aerosolen en/of moleculen terugverstrooide licht de laserpuls op zijn tocht door de atmosfeer te volgen. De voordelen van een dergelijke aanpak zijn duidelijk: men verkrijgt niet alleen informatie over de plaatsafhankelijke verstrooiings-eigenschappen van de atmosfeer, maar de meting kan ook in een willekeurige richting plaatsvinden.

Voor het verkrijgen van zinvolle numerieke gegevens is een nauwkeurige evaluatie van de vorm van het kortstondige signaal noodzakelijk. In de praktijk wordt gebruik gemaakt van snelle analoog-digitaal omzetters, waardoor de verwerking in digitale vorm kan geschieden.

Deze methode voor atmosferisch onderzoek op afstand staat bekend als lidar, acronym voor light detection and ranging.

In dit artikel wordt niet ingegaan op de mogelijheden van lidar in het algemeen, maar worden resultaten besproken die verkregen zijn met een bestaand systeem.

De lidar

Op het Physisch Laboratorium TNO is een lidar ontwikkeld (fig.1), waarmee in een lopend onderzoek op routinebasis atmosferische metingen verricht worden.

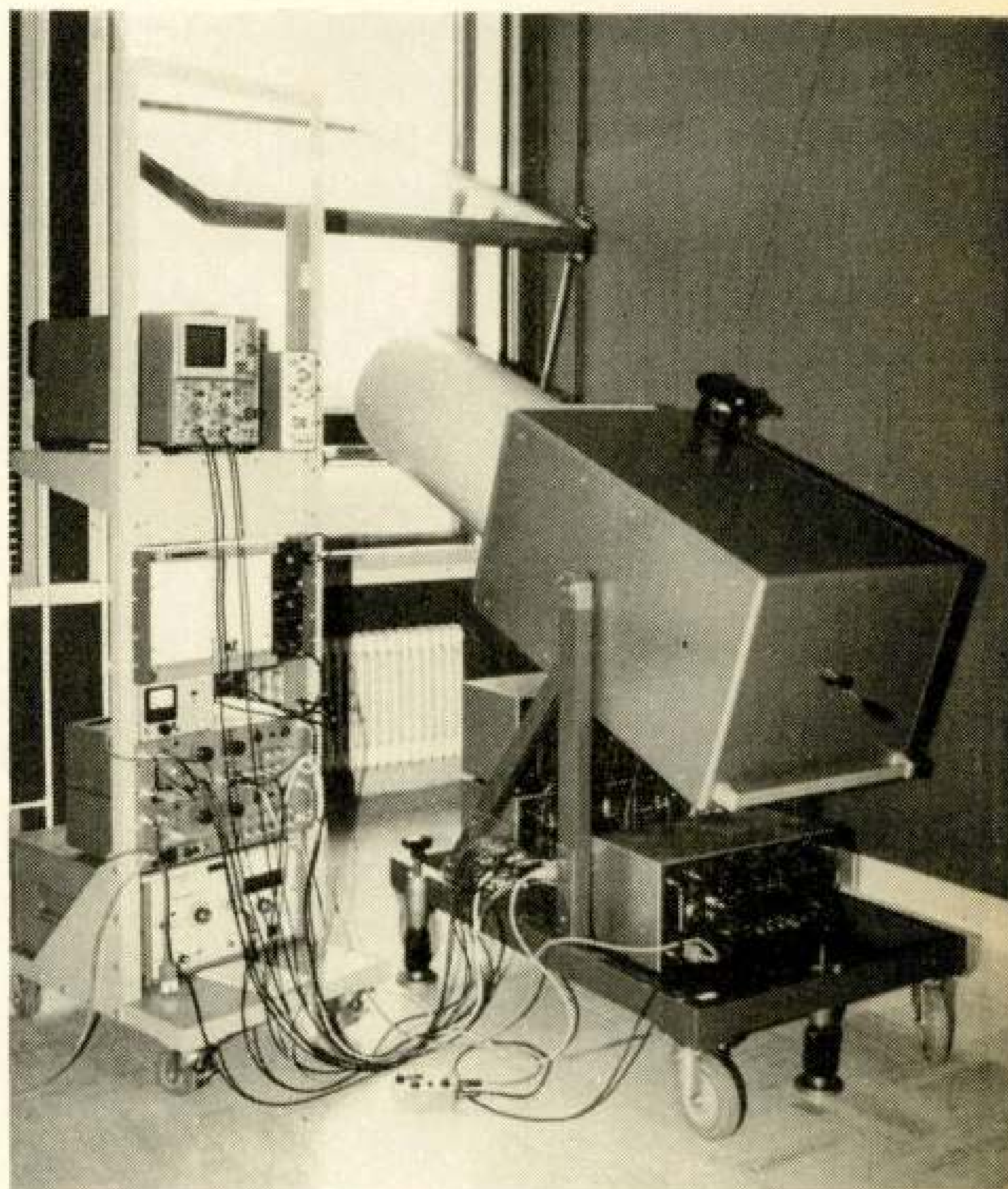


Fig. 1: De lidar

De gebruikte Neodymium YAG laser zendt een puls uit met een duur van 20 ns bij een golflengte van 1060 nm d.w.z. in het nabije infrarood. Naast de laser is een ontvanger opgesteld, die het door de atmosfeer terugverstrooide licht - de z.g. backscatter - op een halfgeleider fotodiode verzamelt.

Veronderstellen we, dat de laserpuls uitgezonden wordt op het tijdstip $t = 0$, dan bestaat er via de lichtsnelheid c natuurlijk een eenvoudig verband tussen de afstand R, waarop de verstrooiing plaatsvindt, en het tijdstip t, waarop het verstrooide licht bij de ontvanger aankomt. Gebruikmakend van deze relatie, $R = 1/2\ ct$, kan de vergelijking, die het ontvangen signaal beschrijft, geschreven worden als:

$$P_r(R) = kR^{-2}\beta(R)\exp[-2\int_0^R \alpha(r)dr] \qquad (1)$$

waarin R : de afstand [km]

$P_r(R)$: het ontvangen vermogen [W]

$\beta(R)$: de plaatsafhankelijke volume backscatter coëfficiënt $[km^{-1}]$

$\alpha(R)$: de plaatsafhankelijke extinctie coëfficiënt $[km^{-1}]$

De evenredigheidsfactor k is een apparatuur constante, die de uitgezonden laserenergie en de gegevens van de ontvanger bevat.

Er bestaan lidarsystemen, waarvan de werking berust op het waarnemen van inelastische moleculaire verstrooiing. In zo'n geval is een zorgvuldige spectrale analyse van het verstrooide licht noodzakelijk. Inelastische verstrooiingsverschijnselen waarvan gebruik gemaakt wordt zijn het vibratie- en rotatie Raman effect en (resonante) fluorescentie.

In dit artikel zullen we evenwel alleen elastische verstrooiing beschouwen, zodat de golflengte van het verstrooide licht gelijk is aan de lasergolflengte. In dit geval kunnen we de backscatter coëfficiënt schrijven als

$$\beta = \beta_R + \beta_M \qquad (2)$$

De moleculaire bijdrage β_R, t.g.v. Rayleigh-verstrooiing, wordt gegeven door:

$$\beta_R = 4\pi\ N\ \sigma_R \text{, in goede benadering:}$$

$$\beta_R = 4\pi^3(n^2-1)^2/N\lambda^4 \qquad (3)$$

waarin σ_R de differentiële werkzame doorsnede, N de molecuul concentratie, n de brekingsindex van de atmosfeer en λ de lasergolflengte voorstelt. De bijdrage van de Rayleigh verstrooiing aan de backscatter coëfficiënt bedraagt voor λ = 1060 nm op zeeniveau ongeveer $1.2\ 10^{-3}$ km^{-1}, maar is via de dichtheid natuurlijk afhankelijk van de druk (hoogte) en temperatuur.

De tweede term uit (2) stelt de bijdrage voor van de achterwaartse verstrooiing aan aerosolen, de z.g. Mie-verstrooiing, en wordt gegeven door:

$$\beta_M = 4\pi N'\bar{\sigma} \qquad (4)$$

Hierin is N' de aerosolconcentratie en $\bar{\sigma}$ de over de deeltjes grootte verdeling gemiddelde differentiële werkzame doorsnede.

Onder normale meteorologische condities mag de moleculaire verstrooiing verwaarloosd worden t.o.v. de aerosolverstrooiing.

Echter zelfs in Nederland met zijn doorgaans met stof (aerosolen) verontreinigde atmosfeer komen omstandigheden voor waarin de Rayleigh verstrooiing een wezenlijke bijdrage kan leveren tot de totale verstrooiing. De in de praktijk met de lidar gemeten totale backscatter coëfficiënt ligt tussen 5.10^{-3} km^{-1} bij extreem goed zicht (Z = 40 km) en 5 km^{-1} bij zware mist (Z = 20 m).

Het ontvangen signaal wordt vanzelfsprekend mede beïnvloed door de transmissie van de atmosfeer voor de lasergolflengte. Dit wordt weergegeven door de exponentiële factor in (1).

In het algemene geval kunnen we de daarin voorkomende extinctie coëfficiënt α schrijven als:

$$\alpha = \alpha_R + \alpha_A + \alpha_M \qquad (5)$$

waarin α_R, α_A en α_M de extinctiecoëfficiënten voorstellen ten gevolge van resp. Rayleigh verstrooiing, absorptie en aerosolverstrooiing. De kleine α_R hangt op eenvoudige wijze met β_R samen volgens $\beta_R = 1.5\ \alpha_R$. De α_A mag verwaarloosd worden wanneer de lasergolflengte buiten een atmosferische absorptielijn ligt. De extinctie coëfficiënt wordt in de praktijk dus door α_M bepaald. De verzwakking ten gevolge van de inelastische moleculaire verstrooiing is zo gering dat deze geen rol speelt.

In feite bevat het ontvangen signaal (1) dus twee onbekenden: $\beta(R)$ en $\alpha(R)$. Door gebruik te maken van extra kennis, in de vorm van bv. meerdere metingen, statistische analyse van de signalen, of vooronderstellingen omtrent de atmosfeer is het echter toch mogelijk om verantwoorde uitspraken over beide grootheden te doen.

Homogene atmosfeer

Wanneer de extinctie- en backscatter coëfficiënt onafhankelijk van de afstand zijn noemen we de atmosfeer homogeen en reduceert (1) tot:

$$P_r(R) = kR^{-2}\beta\exp(-2\alpha R) \qquad (6)$$

Een onbewerkt lidarsignaal voor een homogene atmosfeer is weergegeven in fig.2. Horizontaal staat de afstand in km aangegeven en vertikaal de door de fotodetector afgegeven spanning.

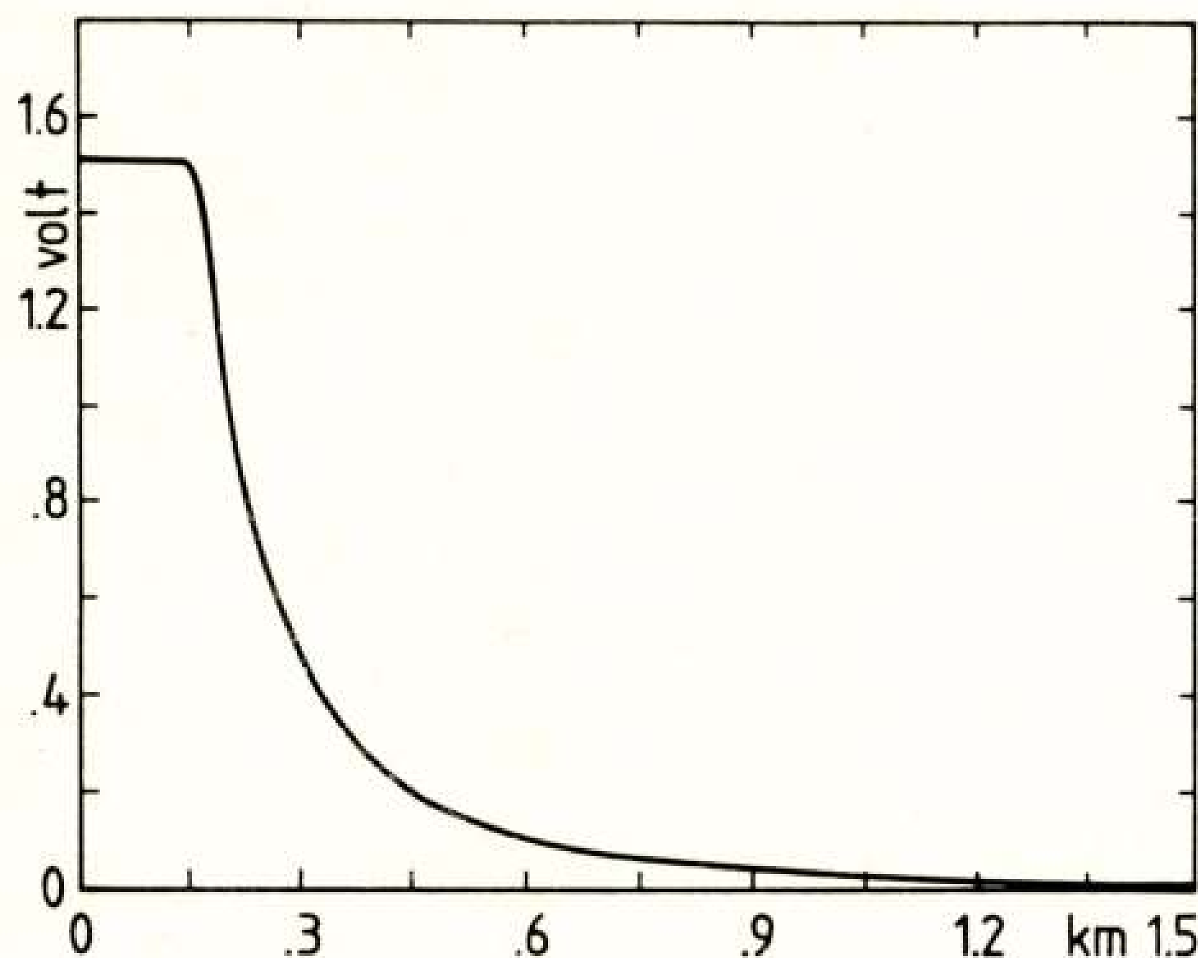


Fig. 2: Een onbewerkt lidar signaal

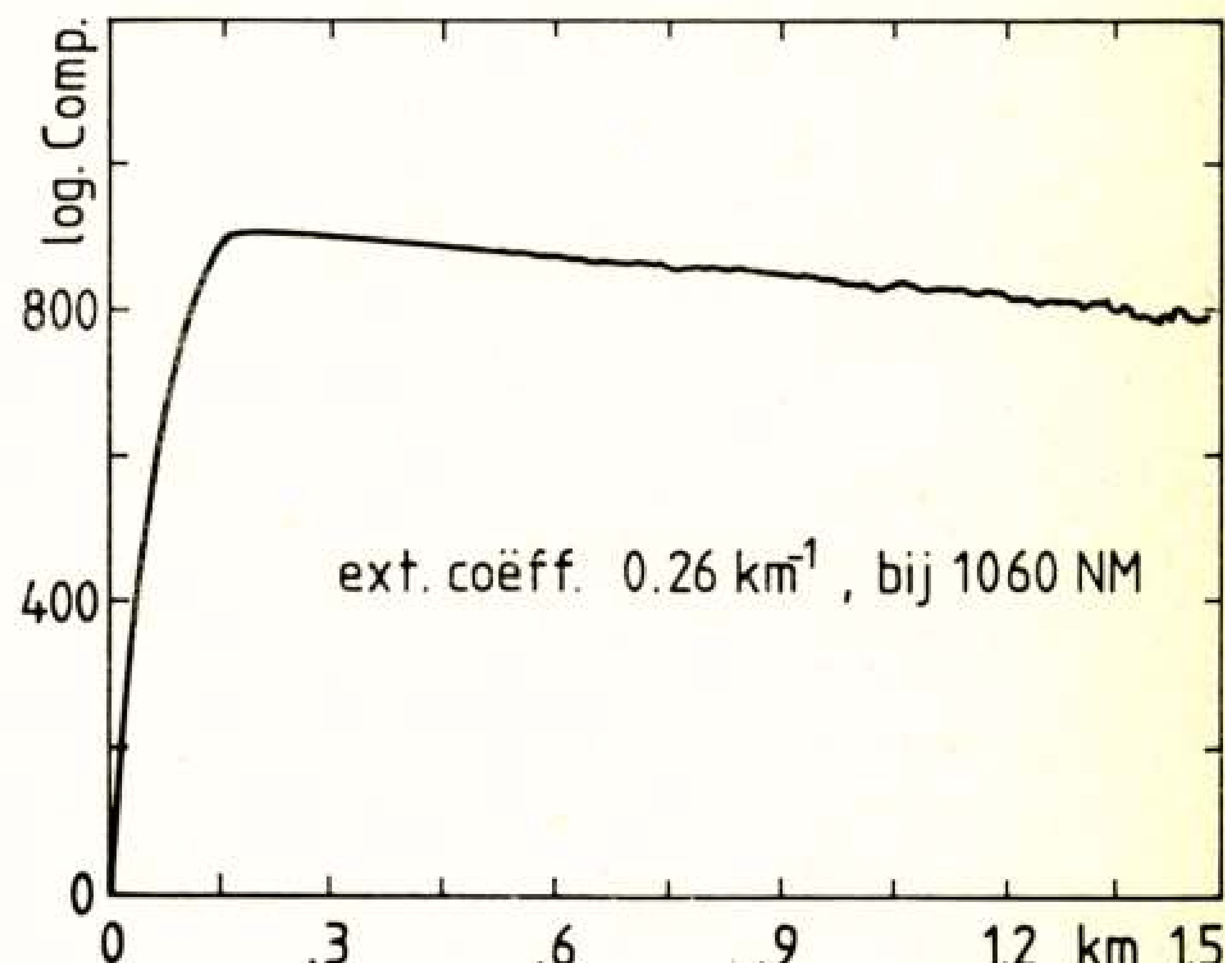


Fig. 3: Het logarithmisch gecompenseerde signaal van fig.2

Zonder bewerking is het niet mogelijk om relevante informatie over atmosferische parameters uit het ruwe signaal te verkrijgen. Dit is voornamelijk het gevolg van de dominerende $1/R^2$ afhankelijkheid, die tevens verantwoordelijk is voor de grote dynamiek in het signaal. Ondermeer om deze reden wordt bij alle hier getoonde metingen de eerste 100 à 200 m onderdrukt.
Vermenigvuldigen we (6) met R^2 en nemen we vervolgens de natuurlijke logarithme, dan krijgen we het z.g. logarithmisch gecompenseerde signaal:

$$\ln\{P_r(R)R^2\} = -2\alpha R + \ln(k\beta) \qquad (7)$$

Dit is een rechte lijn, waarvan de helling bepaald wordt door de extinctie coëfficiënt en de constante door de backscatter coëfficiënt. In fig. 3 is het op bovenstaande wijze bewerkte signaal van fig. 2 te zien. Horizontaal staat weer de afstand en vertikaal het logarithmisch gecompenseerde signaal.

Niet altijd zijn de signalen even ideaal als in fig.3. Kleine inhomogeniteiten in de atmosfeer zullen lokale afwijkingen van een rechte lijn tot gevolg hebben. Een voor de hand liggende aanpak is om het logarithmisch gecompenseerde signaal dan te benaderen door een rechte lijn. De helling van deze lijn representeert dan een ruimtelijk gemiddelde extinctie coëfficiënt (quasi homogene atmosfeer). Substitutie van deze gemiddelde extinctie coëfficiënt in het signaal levert een plaatsafhankelijke backscatter coëfficiënt op. Hoewel bij een dergelijke handelwijze de inhomogeniteiten uitsluitend in de verstrooiing tot uitdrukking komen, kan deze methode vaak toegepast worden, omdat plaatselijke variatie in α de berekende β nauwelijks beïnvloedt. Dit is zeker het geval wanneer de lengte van het meettraject klein is t.o.v. $1/\alpha$.
Een tweede voor de hand liggende aanpak is het optellen van een aantal signalen. Wanneer het tijdsinterval tussen opeenvolgende metingen veel groter is dan de decorrelatietijd van de fluctuerende inhomogeniteiten in de atsmosfeer, zal het eindresultaat een signaal als van een homogene atmosfeer opleveren. Als bijkomend voordeel verkrijgen we natuurlijk een verbetering in de signaal-ruisverhouding, die resulteert in een groter bereik. In de praktijk is een sommatie van 4 à 6 metingen voldoende om een tijdsgemiddelde extinctie coëfficiënt te berekenen. Ook deze gemiddelde extinctie coëfficiënt kunnen we gebruiken om de backscatter coëfficiënt van de afzonderlijke metingen te bepalen. De sommatiemethode wordt toegepast bij de routine metingen. Deze worden in een later stadium gebruikt om op statistische wijze verbanden te onderzoeken tussen de met de lidar bepaalde parameters en op andere wijze verkregen atmosferische gegevens.

Inhomogene atmosfeer

Er bestaan omstandigheden, waarin de atmosfeer niet homogeen beschouwd kan worden. Een eenvoudig geval treedt bijvoorbeeld op wanneer de atmosfeer horizontaal gelaagd is en de lidar meting omhoog plaatsvindt. Bij de signaalverwerking kan hiermee rekening gehouden worden door de atmosfeer in homogene lagen te verdelen en laag voor laag door te rekenen. Wanneer zich evenwel inhomogeniteiten in de vorm van nevels of wolken voordoen, waarbij de variatie in extinctie coëfficiënt niet meer verwaarloosbaar is moet (1) opgelost worden.
Door gebruik te maken van een groot aantal metingen van een homogene atmosfeer onder verschillende meteorologische condities is het mogelijk gebleken een statistisch verband tussen de extinctie- en backscatter coëfficiënt af te leiden. Samen met (1) biedt dit dan de mogelijkheid om de parameters plaatsafhankelijk te bepalen.

Met behulp van moleculaire inelastische verstrooiing is het zelfs mogelijk om direct de afstandsafhankelijke extinctie te meten. Het door het rotatie- of vibratie Raman effect in golflengte verschoven licht kan gemeten worden door de ontvanger af te stemmen op de Raman verschoven golflengte van N_2 en O_2.
Het signaal wordt dan voorgesteld door (1) met dien verstande, dat de backscatter coëfficiënt bekend verondersteld mag worden. Immers,

$$\beta = 4\pi N\sigma \text{ , waarin:} \qquad (8)$$

N de molecuuldichtheid en σ de bekende differentiële werkzame doorsnede voor het beschouwde effect is. De variaties in N en σ tengevolge van veranderingen in druk en temperatuur kunnen verwaarloosd worden t.o.v. de signaalvariaties ten gevolge van de $\alpha(R)$. Voeren we een logarithmische compensatie uit analoog aan (7) en differentiëren we naar de afstand, dan krijgen we direkt:

$$d\{\ln(P_r R^2)\}/dR = -2\alpha(R) \qquad (9)$$

Een bezwaar van deze methode is het geringe bereik tengevolge van de kleine werkzame doorsnede behorende bij deze inelastische moleculaire verstrooiingseffecten.

We bepalen ons nu weer tot elastische verstrooiing. Een voorbeeld van een meting aan een wolk wordt in fig.4 gegeven.

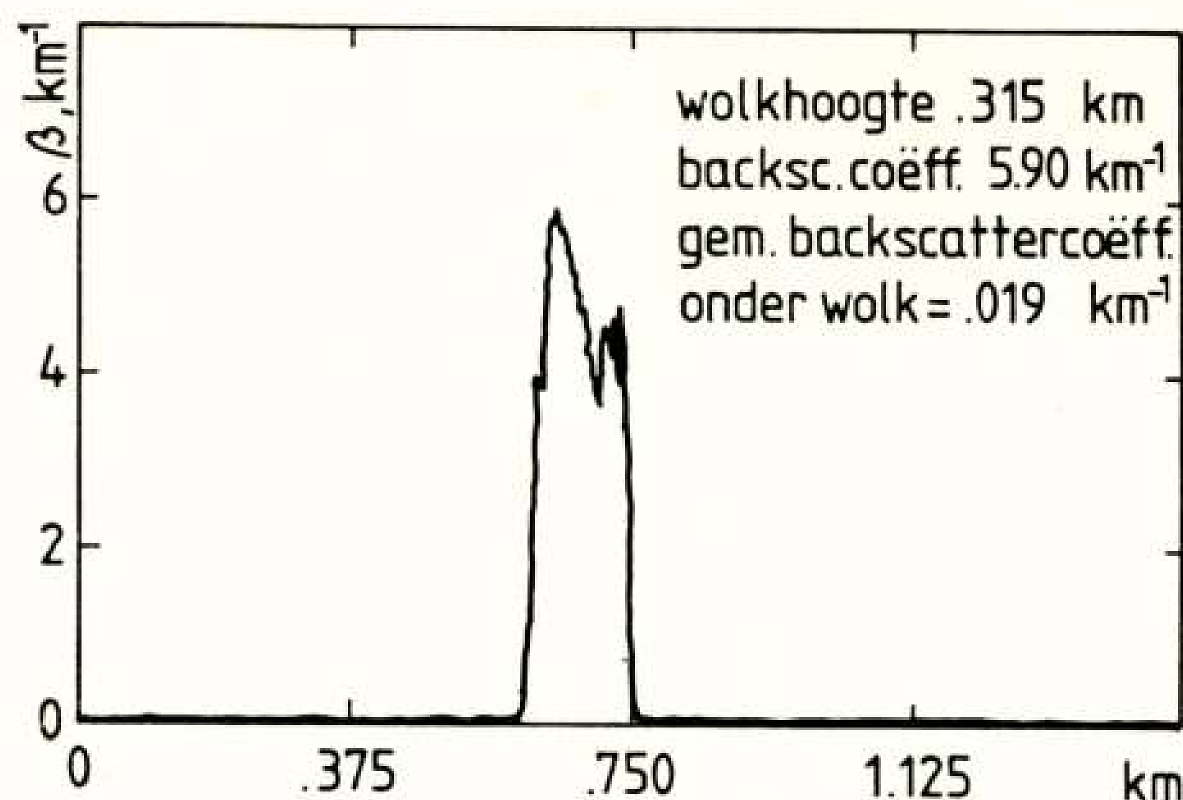


Fig. 4: Backscatter van een wolk

De wolk manifesteert zich als een grote, stationaire inhomogeniteit in de atmosfeer. Deze meting werd uitgevoerd bij een elevatie van 30 graden. Vertikaal staat de backscatter coëfficiënt uitgezet, horizontaal de afstand. De demping in de wolk is zo groot, dat in feite alleen de reflectie aan de rand wordt waargenomen. Behalve de afstand (of wolk-basis) is de gemiddelde verstrooiingscoëfficiënt onder de wolk en de backscatter coëfficiënt van de wolk zelf berekend. Uit de routine metingen is een statistisch verband verkregen tussen het "zicht" en β, waaruit afgeleid kan worden, dat het zicht in de wolk van fig.4 minder dan 20 m bedroeg. De extinctie in de meeste wolken is zo groot, dat men zelden metingen in de wolk zelf kan verrichten.
Een voorbeeld van een meting aan wolkflarden is weergegeven in fig.5.

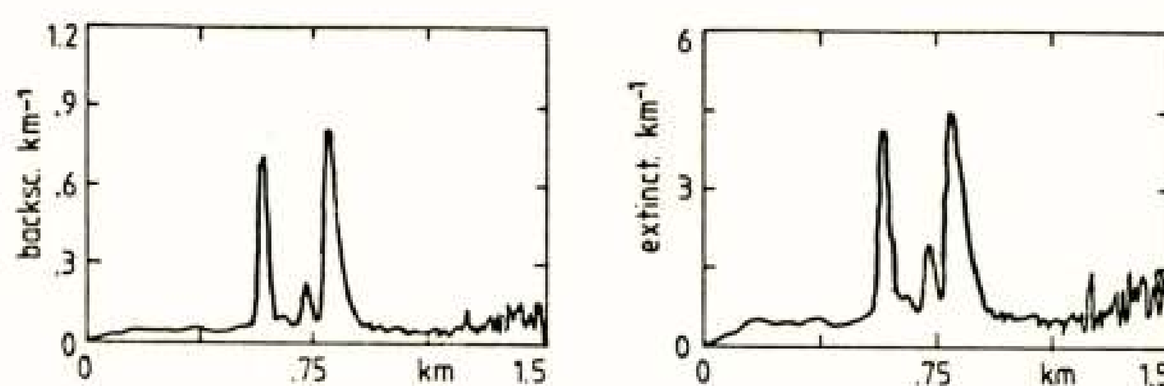


Fig. 5: Plaatsafhankelijke extinctie- en backscatter coëfficiënt van wolkflarden

Dankzij het feit, dat de demping in de eerste laag niet al te groot is, kunnen we de in totaal uit drie lagen opgebouwde structuur waarnemen. Hoewel oppervlakkig gezien, de afstandsafhankelijke backscatter en extinctie hetzelfde lijken, blijkt bij nadere beschouwing, dat er wel degelijk verschillen zijn veroorzaakt door het reeds eerder vermelde (niet lineaire) verband tussen α en β. Nevels of mistlagen kunnen een transmissie bezitten, die groot genoeg is om verstrooiingsmetingen toe te laten van de atmosfeer boven of achter een laag. Dit betekent, dat

bv. de dikte van mistlagen bepaald kan worden of soms de wolkenhoogte door een laag heen.
Fig.6 toont het backscatter profiel van een optrekkende grondnevel.

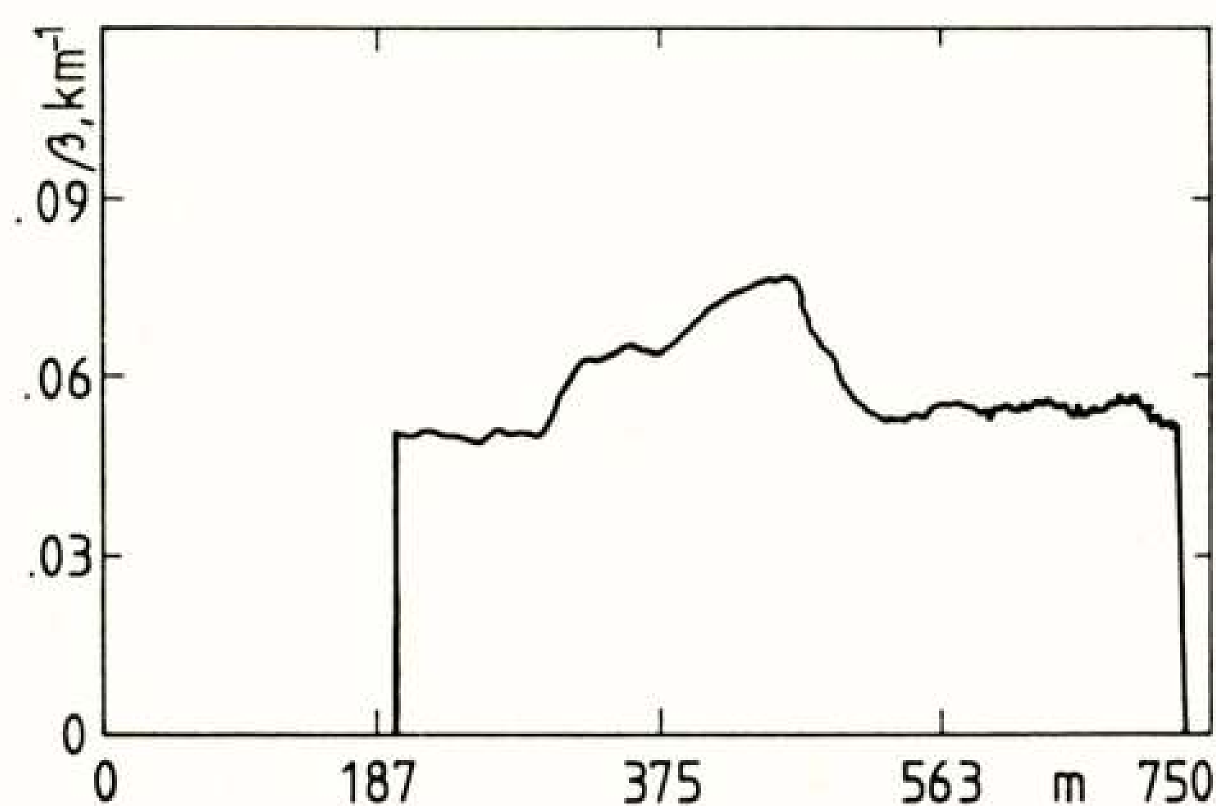


Fig. 6: Backscatter profiel van een optrekkende grondnevel

Tijdens deze meting waren de weerscondities zeer stabiel, was de atmosfeer horizontaal homogeen en bevond de nevel (met een dikte van ca. 20 m) zich op een hoogte van 30 m. Omdat de lidar meting onder een hoek van 5 graden met de horizon plaatsvond, manifesteert de optrekkende nevel zich pas op een afstand van 300 m en moet de laserbundel 200 m door de laag afleggen voordat de verstrooiing van de atmosfeer daarboven kan worden waargenomen.
Een van de meest interessante stationaire vertikale inhomogeniteiten is een zg. temperatuur inversielaag. Dergelijke lagen manifesteren zich door een toename in de aerosolconcentratie. Hoewel hun aanwezigheid niet geconstateerd kan worden met het ongewapende oog is detectie met lidar tot op zeer grote hoogte mogelijk. In fig.7 wordt een registratie van het vertikale backscatter profiel van de atmosfeer getoond bij een lidar elevatie van 30 graden.

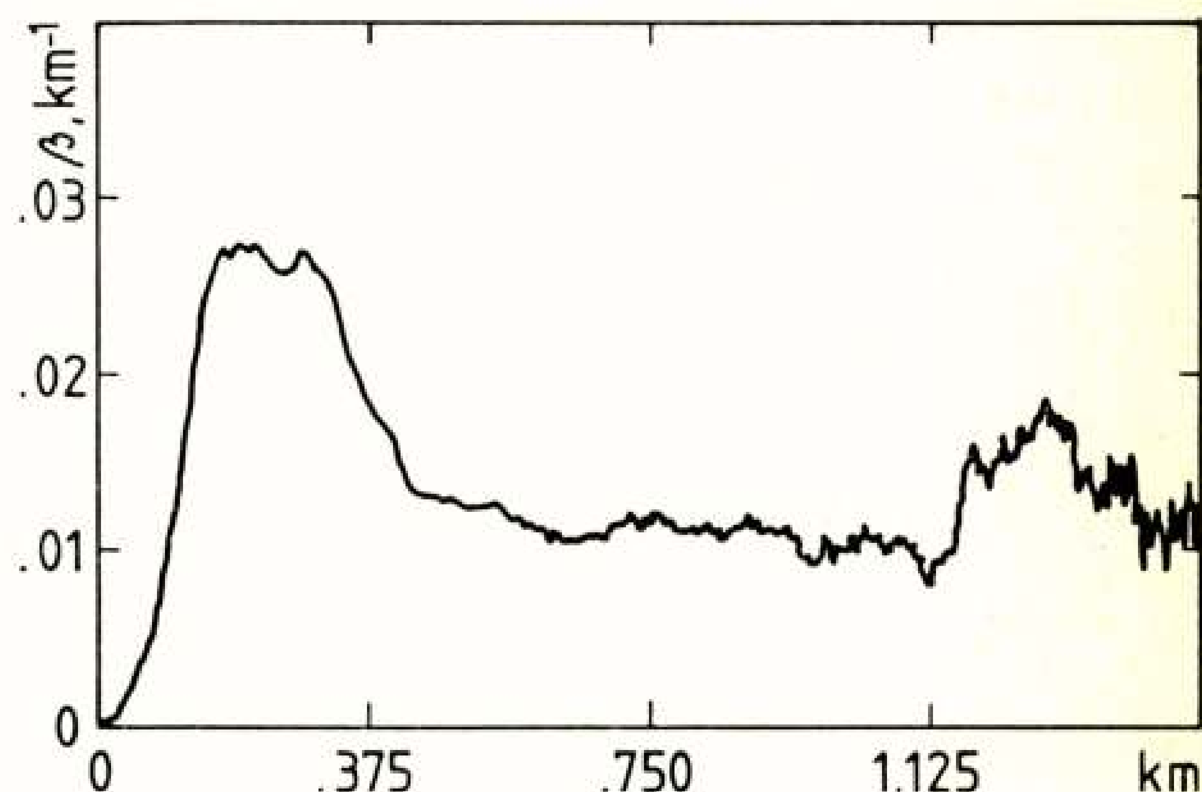


Fig. 7: Backscatter profiel van een gelaagde atmosfeer. Inversie laag op een afstand van 1.2 km

Op 1,2 km afstand en dus 600 m hoogte bevindt zich een inversielaag, die ten gevolge van een verhoogde backscatter waargenomen wordt. Op grond van het profiel, van fig.7 kan de atmosfeer in lagen ingedeeld worden met verschillend horizontaal zicht. De veronderstelling van horizontale gelaagdheid is geverifieerd door metingen bij andere elevatie.

Statistische analyse

Om op statistische wijze lidar metingen te kunnen analyseren worden de routine metingen van de homogene atmosfeer één voor één gereduceerd tot een extinctie- en een backscatter coëfficiënt.
Gelijktijdig met de routine metingen worden een aantal meteorologische parameters vastgelegd, zoals druk, temperatuur, vochtigheid, windrichting en -snelheid. Bovendien worden het geschatte zicht en de over een traject van 220 m m.b.v. een commerciële transmissometer horizontaal gemeten transmissie en turbulentie geregistreerd.
Aangezien de hier beschreven lidar metingen berusten op verstrooiing aan de atmosferische aerosolen moet als belangrijkste additionele meting wel de directe bepaling van de aerosol concentratie en -grootte verdeling gezien worden. Een grafische weergave van een dergelijke meting verkregen m.b.v. commerciële apparatuur is in fig.8 te zien, waarin log(dN/dD) uitgezet is tegen log D met N als deeltjes concentratie en D als deeltjes diameter.

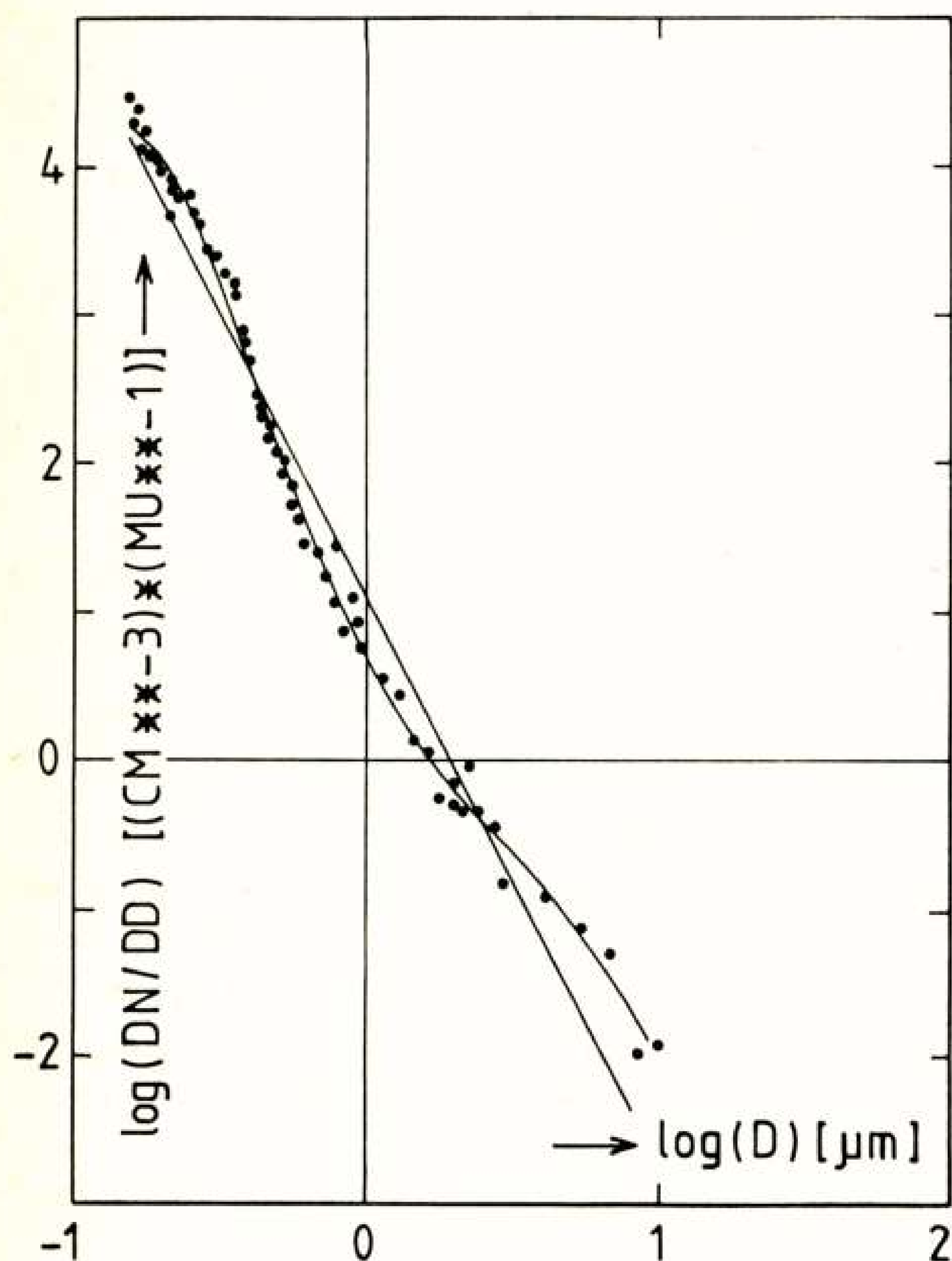


Fig. 8: Een gemeten aerosolverdeling

Aangezien de aerosol verdeling vaak een machtswet karakter vertoont wordt als standaard procedure een functie van het type

$$dN/dD = c\ D^{\nu} \tag{10}$$

aan de meting aangepast (rechte lijn in fig.8). Behalve deze twee parameter aanpassing - ook wel Junge verdeling genoemd - wordt een polynoom aanpassing van de vijfde graad gerealiseerd (gekromde lijn in fig.8), die gebruikt wordt voor de berekening van de extinctie- en backscatter coëfficiënt met behulp van de Mie-theorie.
De met de lidar bepaalde α en β, de meteo parameters en de gereduceerde aerosolmeting worden op computerschijf vastgelegd. Dit gebeurt in een vorm, die geschikt is voor het zoeken naar onderlinge verbanden.
Het ligt voor de hand, dat een relatie zal bestaan tussen het "zicht" en de met behulp van de lidar bepaalde extinctie- en backscatter coëfficiënt. Dit verband moet overigens met enige zorvuldigheid geïnterpreteerd worden omdat het zicht in feite een moeilijk te bepalen grootheid is. In aanmerking genomen, dat het geschatte zicht o.m. van factoren als zonstand, waarnemingsrichting, grootte van het voorwerp en bovendien nog van menselijke factoren afhankelijk is - terwijl de lidar meting bij een geheel andere golflengte in het nabije infrarood plaatsvindt - bestaan er overtuigende relaties.
In fig.9 wordt een diagram getoond, dat 102 metingen bevat met een zicht tussen 90 m en 15 km. Vertikaal staat de natuurlijke logarithme van het geschatte zicht aangegeven.
Horizontaal is $-\ln\beta$ uitgezet waarin β de met de lidar bepaalde bijbehorende backscatter coëfficiënt voorstelt.

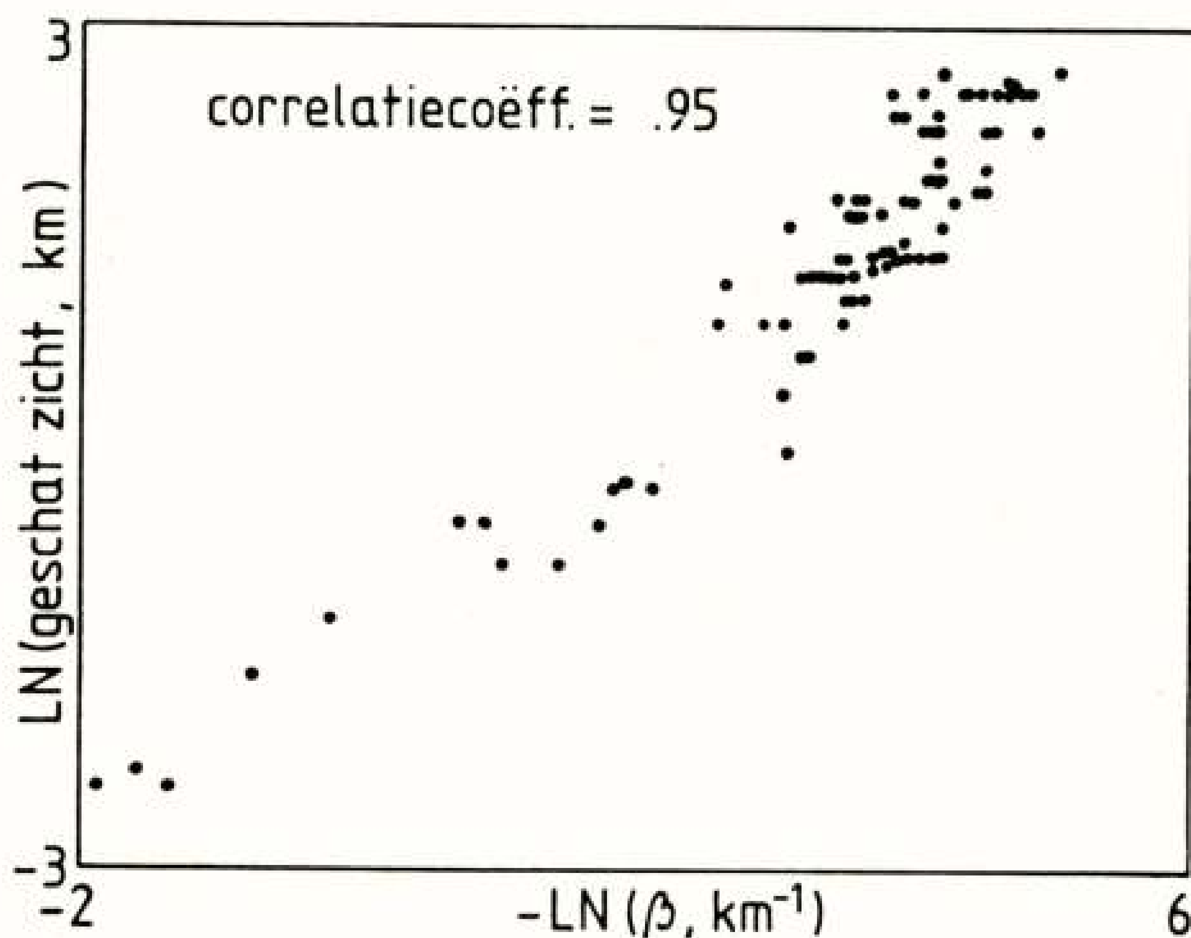


Fig. 9: Diagram, waaruit een verband tussen het zicht en de backscatter coëfficiënt blijkt

Door het aanpassen van een polynoom aan de metingen wordt een analytische uitdrukking verkregen, die het verband tussen "zicht" en β beschrijft. Voor zichtmetingen boven 15 km is het noodzakelijk gebleken om behalve backscatter ook aerosol gegevens te betrekken bij het afleiden van een verband.
Het is een interessante uitdaging om relaties te zoeken tussen lidar en aerosolparameters. In fig. 10 is de natuurlijke logarithme van de aerosolconcentratie uitgezet tegen de natuurlijke logarithme van de backscatter.

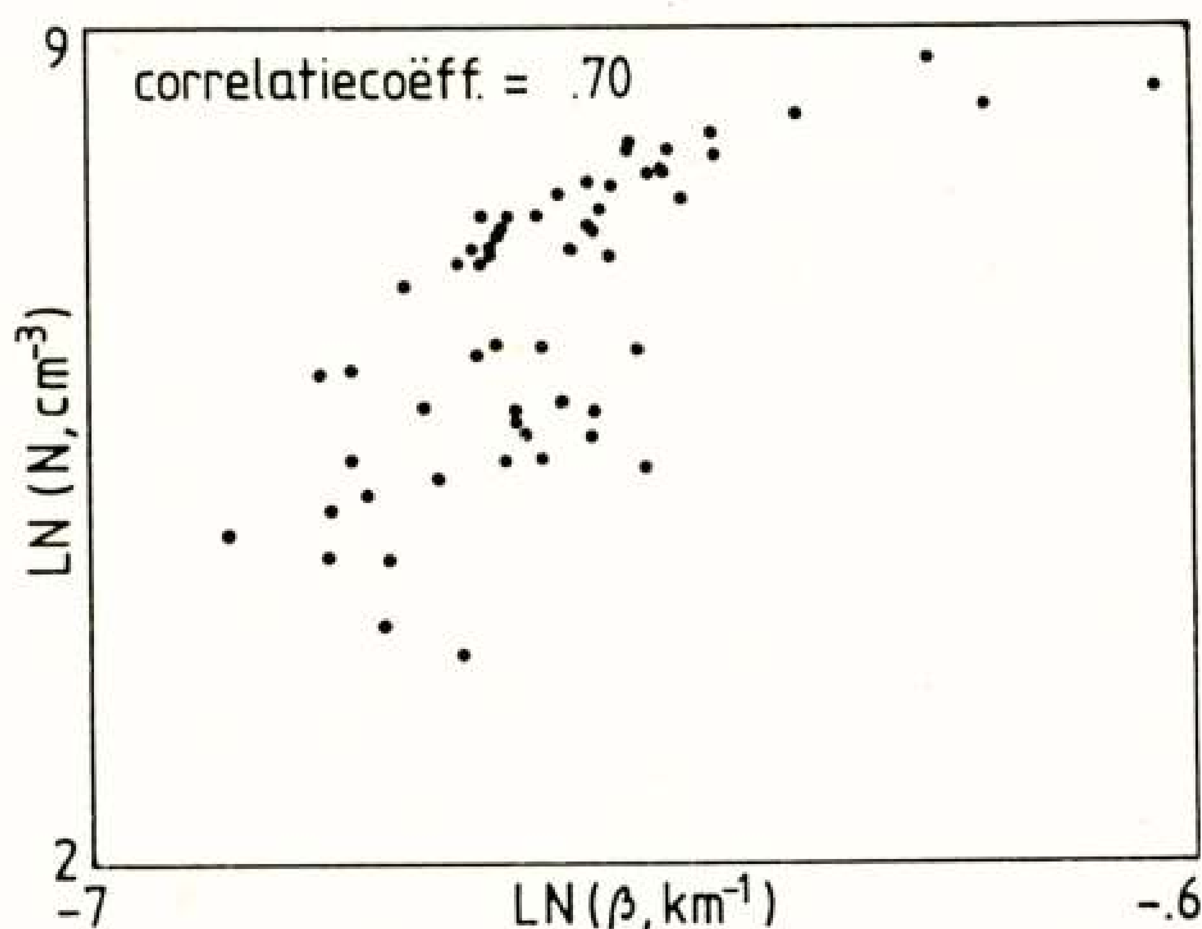


Fig. 10: Diagram, waaruit blijkt, dat er geen eenvoudig verband tussen de aerosolconcentratie en de backscatter coëfficiënt bestaat

De concentratie is bepaald uit de aerosolmetingen en varieert hier tussen 40 en 7000 cm^{-3} met $0.15 < D < 10\ \mu m$. Het resultaat lijkt nogal teleurstellend, wat verklaard wordt doordat de backscatter niet alleen bepaald wordt door de concentratie (zie (4)), maar ook door de gemiddelde werkzame doorsnede behorend bij de aerosolverdeling. Wanneer we behalve de backscatter ook de "Junge exponent" ν uit (10) meenemen in een benadering om de deeltjesconcentratie te berekenen, dan verkrijgen we fig. 11. Op de horizontale as staat ln N, bepaald uit de aerosolmetingen, weergegeven. Vertikaal staat ln N, berekend m.b.v. een analytische uitdrukking, die zowel de β als de Junge exponent ν van de bijbehorende meting bevat.

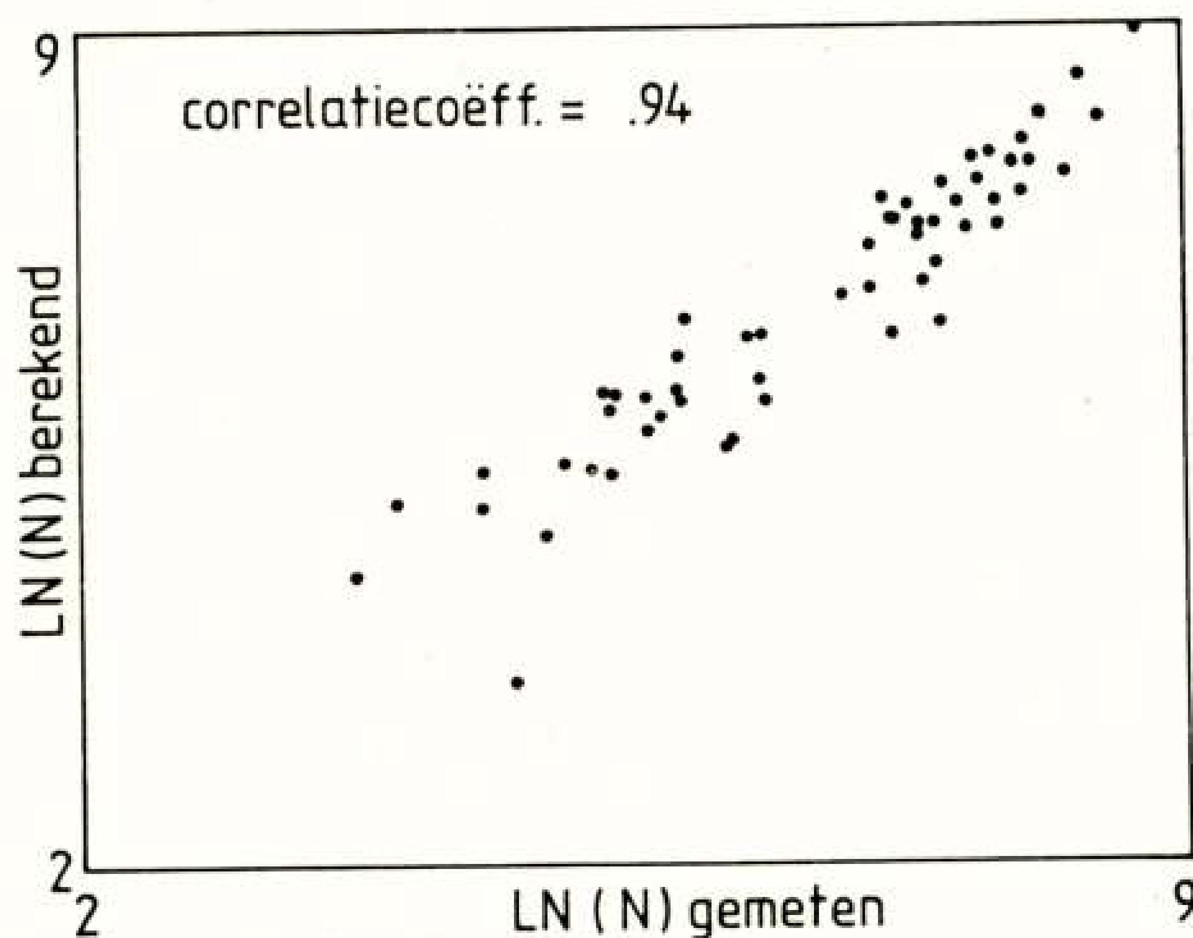


Fig. 11: Diagram, waarin de uit 2 parameters berekende aerosolconcentratie uitstaat tegen de gemeten aerosolconcentratie

In vergelijking met fig. 10 valt een duidelijke verbetering te constateren, die vooral van belang is omdat het mogelijk is met lidar metingen bij verschillende golflengten uit de golflengte afhankelijkheid van de backscatter de Junge exponent ν te bepalen. Dit betekent dat uitspraken over deeltjesconcentratie en vorm van de verdelingsfunctie mogelijk worden op grond van lidarmetingen alleen. Op vergelijkbare wijze zijn verbanden gevonden tussen de met de lidar bepaalde extinctie coëfficiënt en backscatter coëfficiënt, evenals tussen lidar parameters en bv. windrichting.

Conclusie

Concluderend kan gesteld worden, dat lidar een techniek is, die zich bij uitstek leent voor het bepalen van optische parameters van de atmosfeer op afstand en in een willekeurige richting.

Dankzij het beschikbaar komen van verbanden, verkregen door een statistische analyse van vele signalen, is het mogelijk gebleken om ook in het geval van een inhomogene atmosfeer tot verantwoorde uitspraken te komen.

Een van de belangrijkste toepassingsgebieden van lidar, samenhangend met het "remote sensing" karakter, ligt op het terrein van moeilijk voor metingen toegankelijke gebieden, zoals op volle zee of in de stratosfeer. Men moet zich echter wel realiseren, dat meting op afstand aan een systeem, dat van zoveel parameters afhangt als de atmosfeer, nooit met dezelfde nauwkeurigheid verricht zullen kunnen worden als normaal onder laboratorium omstandigheden mogelijk is.

De auteur is Hans Dekker erkentelijk voor het kritisch doorlezen van het manuscript.

Literatuur

Lidar algemeen:
E.D. Hinkley: Laser Monitoring of the Atmosphere. Springer Verlag 1976.

Mie verstrooiing:
H.C. van de Hulst: Light scattering by small particles John Wiley & Sons 1957.

Optische eigenschappen van de atmosfeer:
E.J. McCartney: Optics of the Atmosphere John Wiley & Sons 1976.

Voordracht gehouden op 16 november 1978 in het Physisch Laboratorium TNO te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 275), IEEE Benelux sectie en de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

Deze publicatie is vrijwel gelijkluidend met het artikel in het nummer van juni 1979 van het Nederlands tijdschrift voor Natuurkunde.

NEDERLANDSE ELECTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(280e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
BENELUX SECTIE IEEE

UITNODIGING

voor de lezingendag op woensdag 30 mei 1979 in de grote collegezaal van de afdeling der Elektrotechniek, Technische Hogeschool, Eindhoven.

PROGRAMMA

10.00 uur	:	Ontvangst en koffie
10.30 uur	:	**PROF. DR. IR. J.P.M. SCHALKWIJK** (TH Eindhoven): SOURCE/CHANNEL CODING: JOINTLY ε-TYPICAL SEQUENCES
11.15 uur	:	Koffiepauze
11.45 uur	:	**IR. L.D.J. EGGERMONT** (Nat. Lab. Philips Eindhoven): OVERSAMPLING IN WAVEFORM CODING
12.30 uur	:	Uitreiking IEEE Fellowship oorkonden
12.40 uur	:	Lunchpauze
14.00 uur	:	**IR. T.M.M. KREMERS** (PTI Hilversum): HYBRID D-PCM FOR JOINT SOURCE/CHANNEL CODING
14.45 uur	:	Theepauze
15.15 uur	:	**IR. A.J. VINCK** (TH Eindhoven): CONVOLUTIONAL CODES; VITERBI AND STACK-DECODING
16.00 uur	:	Sluiting

In verband met de plaatsruimte is het aantal deelnemers beperkt tot 140.
Aanmelding dient te geschieden voor 23 mei 1979 door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met 40 cent bij verzending uit Nederland.
Zij die niet kunnen worden toegelaten ontvangen bericht.
Reservering van de lunche à *f* 12,50 kan **uitsluitend** plaats vinden door dit op de kaart aan te geven en het bedrag te storten voor 23 mei op girorekening 1126997 van E.J. Maanders te Eindhoven.
Het ter plaatse reserveren van een lunch is **niet** mogelijk.

Namens de samenwerkende verenigingen,
DR. IR. E.J. MAANDERS

Eindhoven, mei 1979

INLEIDING VOOR DE BIJEENKOMST VAN HET NERG DD. 17-1-1979

IN HET KADER VAN DE MIDDENGOLF RADIO OMROEP

J.W. Reinold

Directoraat Radiozaken PTT

HISTORISCHE ONTWIKKELING EN TOEKOMSTPERSPECTIEF

De eerste zender, waarover de omroep uitzond, de zender van de Nederlandse Seintoestellen Fabriek in Hilversum, werkte op de golflengte 1075 meter. Met de komst van meer omroeporganisaties en i.v.m. uitbreiding van zendtijd werd in 1927 in Huizen een tweede omroepzender opgericht voor uitzendingen op de golflengte 1875 meter. Vrijwel alle omroepen in de wereld zonden in die jaren uit op de langegolf.

De toename van het aantal zenders voor omroepdoeleinden alsmede ten behoeve van lucht- en scheepvaart, overheidsdiensten e.a., maakte een herordening van de kanalen noodzakelijk. Daarbij wilde men in internationaal verband het gebruik van de langegolven voor de omroep zoveel mogelijk beperken en slechts in enkele gevallen het gebruik van langegolven voor de omroep toestaan, bijvoorbeeld voor een uitgestrekt en dunbevolkt land.

Op de golflengteconferentie van Washington 1927 ging om deze reden de 1075 meter golflengte voor Nederland verloren. In ruil daarvoor kon op de Conferentie van Praag 1929 een zogenoemde middelbare golf van ca. 300 meter worden verkregen.

De NSF-zender in Hilversum op 1075 meter zweeg dan ook voorgoed op 1 januari 1930. Daarvoor kwam de in 1929 gereedgekomen 300 m NSF-zender in de plaats.

Ook het gebruik van de 1875 meter golflengte kwam onder druk te staan. Ondanks heftig verzet van Nederland werd deze golflengte Nederland ontnomen op de Conferentie van Luzern 1933 en werd deze golflengte toegewezen aan Roemenië. De vurigste protesten, zelfs een weigering van Nederland het protocol te tekenen, mochten niet baten. De buitenbedrijfstelling van de 1875 meter zender kon echter nog een aantal jaren worden uitgesteld, omdat Roemenië traag was in het bezetten van deze golflengte en toen dat land ging uitzenden, dat met gering vermogen deed. Met de Conferentie van Montreux 1940 kwam echter het definitieve einde voor de 1875 m zender. Nederland verkreeg de frequenties 726 kHz en 843 kHz in de middengolfband.

Inmiddels was in 1935, op aandrang van de toenmalige minister van Binnenlandse Zaken Mr J.A. de Wilde, de Nederlandse Omroepzender Maatschappij (NOZEMA) opgericht. Deze gemengde N.V., voor 60% eigendom van de Staat en voor 40% van de vier toenmalige grote omroeporganisaties, werd krachtens de Radio Omroepzenderwet met uitsluiting van ieder ander, eigenaresse van alle omroepzenders in Nederland. Hiermee kon worden voorkomen dat de omroepen elk een eigen zender zouden oprichten, wat alleen al uit frequentietechnisch oogpunt tot een chaos zou hebben geleid.

Gedurende de jaren voorafgaande aan de Tweede Wereldoorlog beschikte de N.V. NOZEMA over een eigen technische staf, die belast was met het ontwerp, de aanleg en het beheer van de radiozenders. Tijdens de oorlog volgde voor de NOZEMA een periode, gekenmerkt door naasting van de eigendommen door de bezetter. Na de bevrijding van Nederland volgde rechtsherstel, hetgeen uiteindelijk resulteerde in het bij contract opdragen van ontwerp, aanleg en beheer van de omroepzendmiddelen aan het Staatsbedrijf der PTT. Sedert 1951 is de Afdeling Omroep en Televisie van de PTT belast met onder meer de beleidsadviserende taken op het gebied van de zendmiddelen van de omroep.

De N.V. NOZEMA wordt bestuurd door een Raad van Beheer, terwijl jaarlijks de Algemene Vergadering van Aandeelhouders zich uitspreekt over het gevoerde beleid, zowel in technisch als in financieel opzicht. In maart 1978 zijn de omroep-aandelen van de AVRO, KRO, NCRV en VARA overgedragen aan de Nederlandse Omroep Stichting (NOS), zodat thans 40% van het aandelenpakket berust bij de NOS en 60% voor de Staat bij het Staatsbedrijf der PTT.

Momenteel beschikt de NOZEMA over vijf middengolfzendstations (Lopik, Hoogezand, Hengelo, Hulsberg en Amsterdam) met in totaal zeven zendinstallaties, tien fm-zendstations (Wieringermeer, Smilde, Markelo, Lopik, Goes, Roermond, Hulsberg, Irnsum, Hoogezand en Mierlo) met in totaal 24 zendinstallaties, zeven televisiezendstations en zeven televisie-frequentiewisselaars met in totaal 28 installaties voor de uitzending van de twee Nederlandse televisieprogramma's in kleur, alsmede een kortegolfzendstation in Lopik met vijf gelijktijdig beschikbare zendfaciliteiten voor de programma's van de Stichting Radio Nederland Wereldomroep.

Terugkerend naar het onderwerp van deze dag - het middengolfzendstation in aanbouw in Zuidelijk Flevoland - kan worden opgemerkt dat de NOZEMA belast is met de

implementatie van dat deel van het langegolf/middengolf Plan volgens de Overeenkomst van Geneve 1975, dat voor Nederland de mogelijkheid opent tot oprichting van middengolf- en langegolfzenders ten behoeve van drie landelijke - in tegenstelling tot regionale - radioprogramma's.

De NOZEMA heeft eveneens opdracht ontvangen voor de bouw van een nieuw kortegolfzendstation voor Radio Nederland Wereldomroep met vier 500 kW zenders ter vervanging van het verouderde zendstation in Lopik/IJsselstein. Behalve de projecten tot vervanging van verouderde fm- en tv-zendinstallaties en de verdere aanvullende voorzieningen in het kader van de verbetering van de ontvangst van de tv-programma's, zijn er plannen in studie en voorbereiding voor een vierde fm-zendernet (wellicht regionaal) en een derde tv-zendernet.

De middengolffrequenties waarop thans vanuit Lopik de programma's Hilversum 1 en 2 worden uitgezonden, werden toegewezen op de Conferentie van Kopenhagen 1948. Daarmee kwamen de eerdergenoemde frequenties 726 kHz en 843 kHz voor ons land te vervallen. Tijdens de in 1975 gehouden golflengte-verdelingsconferentie te Geneve zijn de middengolfkanalen van Kopenhagen wel behouden, doch echter als gevolg van een nieuwe rasterindeling bepaald op 747 kHz en 1008 kHz. Deze kleine wijziging, vergeleken met Kopenhagen een verschuiving van slechts 1 kHz, is op 23 november 1978 ingevoerd.

De noodzaak die de regering zag om uitzendfaciliteiten in de middengolf te behouden, blijkt uit de instructie die aan de Nederlandse delegatie naar de eerdergenoemde langegolf/middengolf conferentie van 1975 werd meegegeven:"... de delegatie dient zich in te zetten voor het verwerven van een zodanig frequentiepakket, dat daarmee de onderstaande, voor ons land geformuleerde wensen kunnen worden gerealiseerd.

Deze wensen, die geformuleerd zijn in overeenstemming met de door de bewindslieden van CRM en V & W goedgekeurde voorstellen, luiden als volgt:

- een samenstel van kanalen in de middengolfband ten behoeve van drie zendernetten voor de verspreiding via de ether van drie radioprogramma's met landelijke bedekking
- één kanaal in de langegolfband ten behoeve van een zender voor de verspreiding via de ether van één radioprogramma met tenminste een zo goed mogelijke verzorging van ons eigen land (eventueel samen met België)
- enkele kanalen in de middengolfband voor het oprichten van zenders van klein vermogen voor lokale, c.q. stedelijke omroep (door de minister van CRM nader bepaald op vier). ...."

Dat tijdens de laatstgehouden conferentie helaas geen halt aan de vermogensrace kon worden toegeroepen, blijft uiteraard een te betreuren feit, zij het dat in de toekomst deze "roep" dan door krachtiger zenders kenbaar kan worden gemaakt.

Evenzeer is daarbij gebleken dat een grote mate van loyaliteit ten opzichte van de overeengekomen afspraken in internationaal verband, geen garantie vormt voor het niet toepassen van grotere zendvermogens dan die welke werden vastgelegd, maar dat hierbij de technologische ontwikkelingen een niet onbelangrijke rol spelen, vooral voor die landen die zich meer "equal" voelen dan andere met gelijke rechten.

Voordracht gehouden op 17 januari 1979 in Stichthage te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 277), de IEEE Benelux sectie en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

MIDDENGOLF RADIO-OMROEP, EEN MEDIUM MET TOEKOMST?

Ir. H. Kraaijenbrink
Directoraat Radiozaken PTT

Zoals bekend verschilt de voortplanting van langeen middengolven wezenlijk met die van fm-signalen. Is voor de laatste direct zicht tussen zend- en ontvangantenne vereist, de langere golven buigen met het aardoppervlak mee en kunnen daardoor veel grotere afstanden overbruggen. Ook worden deze golven als het donker is door de ionosfeer teruggekaatst. In de langegolf- en in de middengolfband wordt daarom onderscheid gemaakt tussen ontvangst onder dag- en onder nachtcondities. Onder dagcondities is alleen de ontvangst van de zgn. grondgolf van belang, onder nachtcondities zal het werkingsgebied van een langegolf of een middengolfzender door de zgn. sky-wave aanmerkelijk groter zijn, als gevolg waarvan ontvangst maar vooral ook storing over veel grotere afstanden optreedt.
In 1940 kwam het zendstation voor de binnenlandse omroep Lopik-Radio gereed met twee 120 kW zenders voor de programma's Hilversum 1 en 2. Bij de inwerkingtreding van het Plan Kopenhagen 1948 in 1950 was de frequentie 746 kHz exclusief voor Nederlands gebruik en werd de frequentie 1007 kHz gedeeld met een 20 kW zender in Syrië. Het zendervermogen was voldoende om de destijds vereiste veldsterkte van 2 mV/m overal in Nederland te bereiken. Door de verschillende frequenties waren de ontvangcondities voor beide zenders niet geheel gelijk, met name onder nachtcondities trad op 1007 kHz binnen de landsgrenzen interferentie op tussen de grondgolf en de sky-wave, hetgeen zich uitte als een variatie (fading) van het ontvangen signaal. Om aan deze slechtere ontvangcondities tegemoet te komen werden hulpzenders opgericht in Hoogezand, Hengelo en Hulsberg op de gemeenschappelijke frequentie 1592 kHz (de zgn. onde commune) ter ondersteuning van de uitzendingen op 1007 kHz. Ook werd elk kwartaal van golflengte gewisseld tussen Hilversum 1 en 2.
Sinds 1950 zijn er zenders in gebruik gesteld die niet waren voorzien in het Plan Kopenhagen 1946 en werd het uitgezonden vermogen van zowel zenders volgens het Plan als van zenders buiten het Plan aanzienlijk verhoogd boven datgene wat in 1948 als maximum uitgezonden vermogen werd overeengekomen nl. 150 kW.
In 1974 was het gezamenlijk vermogen van alle zenders op de frequentie 746 kHz t.o.v. 1948 toegenomen met een factor 2,3 (inclusief het onder- en bovenbuurkanaal bedroeg de toename een factor 7); op de frequentie 1007 kHz nam het totale gezamenlijke vermogen toe met een factor 3,5 (inclusief het onder- en bovenbuurkanaal een factor 2,6).
Naast deze enorme vergroting van de onderlinge storing tussen middengolfzenders is in deze periode ook het gebruik van elektrische apparaten en verlichtingselementen (TL-buizen) sterk gestegen, met name ook in de huishoudingen, als gevolg waarvan potentiële storingsbronnen als het ware boven op de ontvangers terecht kwamen. De kwaliteit van de ontvangst van middengolfzenders is om deze redenen in de loop der jaren sterk achteruitgegaan.
Ter verbetering van de ontvangst in de gebieden waar een veldsterkte van 2 mV/m niet meer voldoende bleek voor een goede ontvangst, werden daar de eerste fm-zenders opgericht, later uitgebreid tot volledige fm-zendernetten voor Hilversum 1 en 2; en nog later Hilversum 3. Omdat de fm-ontvangst bij de introductie van Hilversum 3 nog niet zo populair was als nu en een aanzienlijk deel van de radio's geen fm-uitzendingen konden ontvangen werd met instemming van de betrokken buitenlandse organisaties op 1250 kHz overdag een 10 kW middengolfzender ingezet, die inmiddels is vervangen door een 20 kW zender op 675 kHz.
Tegenwoordig kunnen nog slechts weinigen de fm-band niet ontvangen en worden de radioprogramma's in stereo en met een zo hoog mogelijke kwaliteit uitgezonden. Binnen de toegewezen fm-band (87,5-100 MHz) is slechts de uitzending van drie fm(stereo)-programma's mogelijk en moet een uitbreiding van zendtijd dus worden gevonden in de zgn. ontkoppeling van middengolfzender- en fm-zendernet. Binnen het toen maximaal mogelijke is dit op 28 december 1975 gebeurd voor de programma's Hilversum 4 (fm van 7-17 uur) en Hilversum 2 (am van 7-17 uur).
Ontkoppeling buiten deze tijden was niet mogelijk omdat de ontvangst van de middengolfzenders onder nachtcondities op grotere afstand van de zenders niet meer zonder hinderlijke storingen mogelijk was.
Ondertussen was door de afdeling Omroep en Televisie van de PTT reeds in 1972 een onderzoek gestart naar de mogelijkheden om de ontvangst van de middengolfzenders te verbeteren. Verhoging van de zendervermogens lag direct voor de hand.

Maar ook een andere signaalbehandeling van de uitzendingen in de middengolf t.o.v. de fm kon een verbetering geven. Omdat dit laatste tot het terrein van de omroepen behoort, is door de NOS in overleg met de PTT compressie ingevoerd op de zendlijnen naar de middengolfzenders en een vorm van hoog-op correctie ter compensatie van de smalle doorlaatkarakteristieken van moderne am-ontvangers. Zelfs met hogere zendvermogens van ca. 500 kW bleek het, door de sterke toename van het aantal zenders, niet meer mogelijk met één zendstation geheel Nederland in één keer van voldoende signaal te voorzien. Ten minste twee zendstations voor één programma bleken noodzaak te zijn, één met een hoog zendvermogen en één aanvullend zendstation. Om de optimale plaats voor het hoogvermogen zendstation te bepalen zijn in 1974 vele metingen uitgevoerd, uitgaande van twee potentiële opstelplaatsten, t.w. de Betuwe en Zuidelijk Flevoland.

Aan de opstelplaats werden de volgende eisen gesteld:

- goede bodemgeleidbaarheid
- geen obstakels in de directe omgeving
- zo mogelijk geen bebouwing tot op enige afstand
- goede bereikbaarheid (van belang tijdens de bouw)
- de aanwezigheid van elektrische energie in de omgeving.

Achtereenvolgens werd op beide plaatsen een 1 kW middengolfzender geïnstalleerd met een 45 meter hoge zendmast. (Deze installatie doet thans nog dienst voor de uitzendingen van STAD/Radio Amsterdam.) Op korte afstand van deze zender werd met behulp van radiaalsgewijze metingen het effectief uitgestraald vermogen vastgesteld. Vervolgens werd in een raster van 25 km bij 25 km over geheel Nederland de veldsterkte gemeten. Daarnaast werden in een aantal grote steden rijdend metingen verricht in een raster van ca. 1 km bij 1 km. De resultaten van deze metingen aan de 1 kW proefzender werden uitgezet op de kaart van Nederland en geëxtrapoleerd naar hogere zendvermogens. De uit het veldsterkteverloop af te leiden bodemgeleidbaarheid blijkt goed overeen te stemmen met de bodemsoorten.

De overgang tussen het meer drassige deel van Nederland en de hoger gelegen zandgronden kwam hierbij duidelijk naar voren.

Vergelijking van de resultaten voor de beide potentiële opstelplaatsen, leidde tot de conclusie dat de bouw van een nieuw middengolfzendstation in Zuidelijk Flevoland de voorkeur diende te hebben. In dat geval kon worden volstaan met één aanvullend zendstation voor het midden en zuiden van de provincie Limburg. De vermogens in Flevoland zouden in de orde van grootte van 500 kW moeten zijn, de vermogens in Limburg in de orde van grootte van 20 kW.

Twee hoog-vermogen zenders in Flevoland en twee aanvullende zenders in Limburg vormden de basis voor de aanvrage van Nederland voor de Conferentie van Geneve 1975, aangevuld met een hoog-vermogen zgn. korte middengolfzender in Lopik met ondersteunende zenders in Drenthe en Limburg en een hoog-vermogen langegolfzender. Zoals dit voor veel landen het geval was, zijn alle aanvragen gehonoreerd, zij het dat mede daardoor de onderlinge storingen hoger uitvielen dan waarop werd gehoopt.

Aan de eigenlijke conferentie van 1975 is een technische voorbereidingsconferentie in het najaar van 1974 voorafgegaan. Op deze conferentie zijn de technische uitgangspunten voor de planning vastgelegd. Daarbij werd afgesproken welke propagatiegegevens zouden worden gebruikt en werden de waarden voor de overige parameters overeengekomen. In de langegolfband werd een nominaal bruikbare veldsterkte van 7 mV/m (77 dBμV/m) afgesproken; in de middengolfband een nominaal bruikbare veldsterkte van 2 mV/m (63 dBμV/m) voor de grondgolfverzorging onder dagcondities en 71 resp. 77 dBμV/m onder nachtcondities in landelijke resp. stedelijke gebieden. Voor de grondgolfverzorging diende de te bereiken signaal-stoorverhouding ten minste 30 dB te bedragen, ongeacht of de storing afkomstig is van de grondgolf- of de sky-wave verzorging van andere zenders.

Bij sky-wave ontvangst wordt een waarde van ten minste 27 dB geëist. De te hanteren protectieverhoudingen werden vastgelegd onder verschillende condities van ontvangst en signaalbehandeling aan zenderzijde. De eigenlijke conferentie in het najaar van 1975 toonde het beeld van een veelvoudige overvraging van de beschikbare ruimte in de lange- en middengolfband. Naast het oplossen van de nodige politieke problemen, is veel tijd besteed aan het in bilateraal overleg zoveel mogelijk verminderen van de onderlinge storingen, o.a. door het afspreken van gerichte antennediagrammen. Feitelijk kan men stellen dat na de conferentie iedereen datgene had verkregen waarom was gevraagd bij het begin.

Eén algemene overeenkomst voor de middengolfband moet nog worden vermeld, nl. het vastleggen van de draaggolffrequenties in een raster van 9 kHz, als veelvouden van 9 kHz. Hierdoor kan in nieuwe middengolfontvangers vooral de nabuurkanaalstoring wezenlijk worden verminderd en wordt ook de afstemming m.b.v. frequentie synthesisers vergemakkelijkt. Draaggolffrequenties op veelvouden van 9 kHz bleken in de langegolfband niet haalbaar, een raster van 9 kHz wel.

Het resultaat voor Nederland van het Plan Geneve 1975 bleek niet ongunstig.

Op basis van de conferentie criteria kan 2½ zendernet worden gerealiseerd in de middengolf;

een langegolfkanaal dat voor Nederland en België afzonderlijk niet haalbaar bleek, kon worden verkregen voor gezamenlijk gebruik in het gehele Nederlandstalige gebied van Nederland en België. Een Nederlands-Belgische werkgroep zal naar verwachting in het voorjaar van 1979 een eerste rapport voorbrengen aan de beide ministeries van Cultuur over de mogelijkheden m.b.t. de oprichting van de langegolfzender.
Het Plan Geneve 1975 is op 23 november 1978 om 00.01 uur in werking getreden.
Op deze datum zijn de aanpassingen van de draaggolffrequenties aan het raster van veelvouden van 9 kHz voor de bestaande zenders uitgevoerd en is Hoogezand voorlopig op de nieuwe frequentie 1395 kHz gebracht. Begin 1976 werd de opdracht gegeven voor de bouw van twee nieuwe middengolfzenders in Flevoland. Naar verwachting zal het nieuwe zendstation in Zuidelijk Flevoland in het najaar van 1979 in bedrijf kunnen worden gesteld. Zo spoedig mogelijk na de inbedrijfstelling van het Middengolfzendstation Flevoland zal d.m.v. uitgebreide veldsterktemetingen worden vastgesteld welke ontvangkwaliteit met dit station wordt bereikt binnen de grenzen van ons land, en in welke gebieden aanvullende voorzieningen noodzakelijk zijn. Zoals reeds hiervoor werd gesteld zal in ieder geval een aanvullend station in Limburg nodig zijn. De bestaande 120 kW zenders te Lopik zullen begin 1980 worden omgebouwd naar de frequentie 675 kHz, waarbij deze zenders in zgn. passief reservebedrijf zullen komen. Verwacht wordt dat het ontvanggebied van een 120 kW zender op 675 kHz onder dagcondities globaal overeen zal komen met dat van de huidige 120 kW zender op 747 kHz voor het ontkoppelde programma Hilversum 2; onder nachtcondities zal een aanvaardbare ontvangst op enige afstand niet mogelijk zijn. De verdere ontwikkeling, met name t.a.v. de frequentie 1395 kHz, met een zendervermogen van 500 kW en met een gelijkkanaalzender van 1000 kW in Albanië, is afhankelijk van:

- de noodzaak tot verdere ondersteuning van het zendstation Flevoland
- de wensen van de gebruikers, i.c. de zendgemachtigden, en
- de beschikbare financiële middelen.

In het begin is de vraag gesteld of middengolf radio-omroep een medium met toekomst is. Ik zal nu proberen die vraag te beantwoorden. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten van belang:

- de grootte van de ontvanggebieden gebaseerd op de internationaal overeengekomen normen en waarden voor de systeemparameters
- het onderscheid tussen de ontvanggebieden onder dag- en onder nachtcondities van lange- en middengolfzenders, c.q. -zendernetten
- het onderscheid tussen specifieke categorieën ontvangmiddelen, zoals bv. mobiele ontvangers (autoradio's en draagbare radio's) en vast opgestelde hifi-stereo-apparatuur
- het onderscheid tussen specifieke categorieën programma's, zoals bv. gesproken woord en achtergrondmuziek (waarbij voor een optimale beluistering dynamiek- en bandbreedtebeperking toelaatbaar zijn) en programma's waarbij de hoogst mogelijke overdrachtskwaliteit (hifi-stereo) van essentieel belang is.

De regionale zenders buiten beschouwing latend, zijn dan voor radio-omroep in ons land de volgende zendernetten beschikbaar:

- drie fm(stereo)-zendernetten, waarvan de ontvanggebieden geheel Nederland bedekken, uitgaande van de ontvangst met vast opgestelde ontvangmiddelen voor uitzendingen met hifi-stereo kwaliteit. De ontvangst van deze zendernetten met mobiele ontvangers is niet optimaal.
- twee middengolfzendernetten geheel Nederland bedekkend onder dag- en onder nachtcondities en één middengolfzendernet onder dagcondities, uitgaande van ontvangst met mobiele ontvangers en met de ingebouwde antenne van vast opgestelde ontvangers. Via deze zenders zijn uitsluitend uitzendingen mogelijk in mono en met beperkte bandbreedte (4,5 kHz), waarbij ter wille van een optimale kwaliteit dynamiekbeperking en "hoog-op" correctie noodzakelijk is. Deze zenders zijn bij uitstek geschikt voor programma's met gesproken woord en achtergrondmuziek en voor ontvangst in een omgeving met een relatief hoog niveau van het omgevingslawaai, zoals in een auto.
- Eén langegolfzender het gehele Nederlandstalige gebied van Nederland en België bedekkend onder dagcondities. Onder nachtcondities zal de ontvangst van deze zender beperkt zijn. Ditzelfde geldt overigens ook voor het derde middengolfzendernet.

Vóór 1983 zullen er geen uitbreidingen kunnen optreden in de fm-zendernetten voor de landelijke omroep. Indien op de komende Wereld Administratieve Radio Conferentie (WARC '79) wordt besloten tot uitbreiding van de fm-band tot 104 MHz zal een herplanning niet eerder dan in 1983 zijn beslag kunnen krijgen. Opgemerkt moet worden dat bij een herplanning van de fm-band van 87,5 - 104 MHz er naar verwachting slechts ruimte zal zijn voor twee fm-stereo en twee fm-mono-zendernetten over geheel Europa. Mogelijk dat een derde stereomogelijkheid voor Nederland behouden kan blijven, gelet op de wat excentrische ligging in Europa.

Uitgesloten moet worden geacht dat een vierde fm-zendernet in stereo zal mogen uitzenden. Deze beperking houdt verband met het hogere onderlinge stoorniveau van stereozenders. Voorts bestaan er aanwijzingen dat voor het vierde fm-zendernet de voorkeur zal worden gegeven aan regionaal gebruik in plaats van voor de landelijke omroepen.
Uitbreiding van de zendtijd voor de landelijke omroepen kan dus alleen worden gevonden in de ontkoppeling van middengolf- en fm-zendernetten.
Hierdoor is de middengolfontvangst opnieuw in de belangstelling komen te staan.
Na 28 december 1975 bleek hoe slecht het met de ontvangst was gesteld. Ondertussen is hierin tijdelijk verbetering gebracht met het inzetten van de regionale fm-zenders te Irnsum en Hoogezand en de middengolfhulpzenders in Hoogezand, Hengelo en Hulsberg tussen 7 en 17 uur voor het programma Hilversum 2.
Na de inbedrijfstelling van het middengolfzendstation Flevoland zal deze ondersteuning overbodig zijn, met name voor de noordelijke provincies.
Nadat in de jaren 1980 t/m 1982 het aanvullende zendstation in Limburg is gebouwd, zal Nederland beschikken over twee middengolfzendernetten die vrijwel overal in Nederland ten minste 7 mV/m aan veldsterkte brengen (77 dBμV/m), voldoende om onder dagcondities meer dan 30 dB signaalstoorverhouding te bereiken t.o.v. de storing door elektrische apparaten; en onder nachtcondities zal er ook voldoende veldsterkte beschikbaar zijn om een signaalstoorverhouding van ten minste 30 dB t.o.v. andere zenders in hetzelfde of in de nabuurkanalen te halen. Overdag zal daarnaast nog de ontvangst van een derde middengolfzender(net) en van een eventuele langegolfzender mogelijk zijn, in de avond- en nachturen echter zal een voldoende ontvangst van deze laatstgenoemde zenders voor grote gebieden in ons land niet mogelijk zijn.
In juni van dit jaar komt de eerste zender in Flevoland in bedrijf, in september gevolgd door de tweede, waarna in oktober het gehele station, inclusief de reserve-zender, operationeel moet zijn. Dan zal er ca. 25 miljoen gulden zijn geïnvesteerd. Alleen al om deze reden zou je moeten concluderen dat middengolf radio-omroep een toekomst moet hebben. Maar ja, men kan zich vergissen, ook voor 25 miljoen.
Toch ben ik van mening dat de middengolfomroep een toekomst heeft. Niet meer zozeer omdat radioprogramma's vanuit geheel Europa kunnen worden ontvangen, de enorme toename van het aantal zenders maakt dat vrijwel onmogelijk, maar omdat met de middengolf kan worden tegemoet gekomen aan de wensen tot uitbreiding van zendtijd bij een stijging van het aantal zendgemachtigden, aan de wensen van luisteraars naar meer en in categorieën te onderscheiden programma's en aan een optimale kwaliteit voor de omgeving waarin en de manier waarop wordt geluisterd.
De middengolfzenders kunnen weer worden tot wat ze waren, zenders waarnaar door iedereen, overal in Nederland en in vrijwel alle omstandigheden kan worden geluisterd om op de hoogte te blijven. Volgens de nu bekende plannen van "Hilversum" via de zender Hilversum 1 op 1008 kHz (298 m) 24 uur per dag voor het algemeen verstrooiende radioprogramma en via de zender Hilversum 2 op 747 kHz (402 m) voor voornamelijk gesproken woord.

Voordracht gehouden op 17 januari 1979 in Stichthage te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 277), de IEEE Benelux sectie en de Sectie Telecommunucatietechniek KIVI.

PROJECTERING EN UITVOERING VAN HET MG-OMROEPZENDSTATION ZUID FLEVOLAND

Ing. J.J. Bliek
Directoraat Radiozaken PTT

Improvement of reception on medium-wave will be the result of the service in October 1979 of a new radio station in Flevoland.
The station is provided with a special directional anti-fading antenna system, taking into account the differences in earth conductivity and distances to be covered in several directions, and with three high efficiency transmitters of 600 kW in a (2 + 1) passive reserve concept.
To save operational costs, an unmanned station has been designed, remote controlled from the Transmitter Control Centre at Lopik. Using one simultaneous antenna for both frequencies revealed to be the most economical solution.
The building situated between the masts is a part of the earth system and constructed of steel plates connected to the earth system.

1. VESTIGINGSPLAATS

Naast de optimale geografische plaats in Nederland voor een mg-zendstation dat een zo groot mogelijk deel van het land moet verzorgen is de plaats in Zuid Flevoland in meerdere opzichten gunstig voor de vestiging van de zenders.
Deze gunstige factoren zijn achtereenvolgens:

a. een goede bodemgeleiding binnen een straal van 10 km vanaf de antenne
b. geen hoge obstakels in de directe omgeving die de hf-uitstraling ongunstig kunnen beïnvloeden
c. afwezigheid van woonkernen en industriegebieden waarin elektronische apparatuur last zou kunnen ondervinden van de hoge veldsterkte van de zenders
d. de nabijheid van het 150 kV/10 kV transformatorstation van de PGEM t.b.v. de elektriciteitsvoorziening van het station (3500 kW)
e. de goede bereikbaarheid van het station aan een doorgaande weg
f. de eenvoudige en daardoor korte procedures nodig voor het verwerven van de grond en het verkrijgen van bouwvergunningen.

Een ongunstige factor is, de situatie waarin nog ongecultiveerde zeebodem zich bevindt, hetgeen extra veel kosten voor het bouwrijp maken met zich meebracht.

2. BODEMGELEIDING

Bij de middengolf-verzorging van Nederland wordt uitgegaan van grondgolfvoortplanting.
De bodemgeleiding is derhalve een belangrijke factor voor de grootte van de veldsterkte.
In figuur 1 is aangegeven de demping van de radiogolven bij 1 MHz. De vrije ruimte demping is hierbij buiten beschouwing gelaten in deze grafiek om de invloed van de bodemgeleiding duidelijk weer te geven.
Nemen we de demping over de eerste 10 km rondom het zendstation in beschouwing dan zijn variaties van 0 tot ruim 30 dB mogelijk.
Het is daarom van belang het station te vestigen in een gebied met een zeer goede geleidende bodem $\alpha \geq 10^{-2}$ mho/m.
De grafiek toont ook aan dat de demping over de volgende 90 km kleiner kan zijn dan over de eerste 10 km bij een slechte bodemgeleiding.

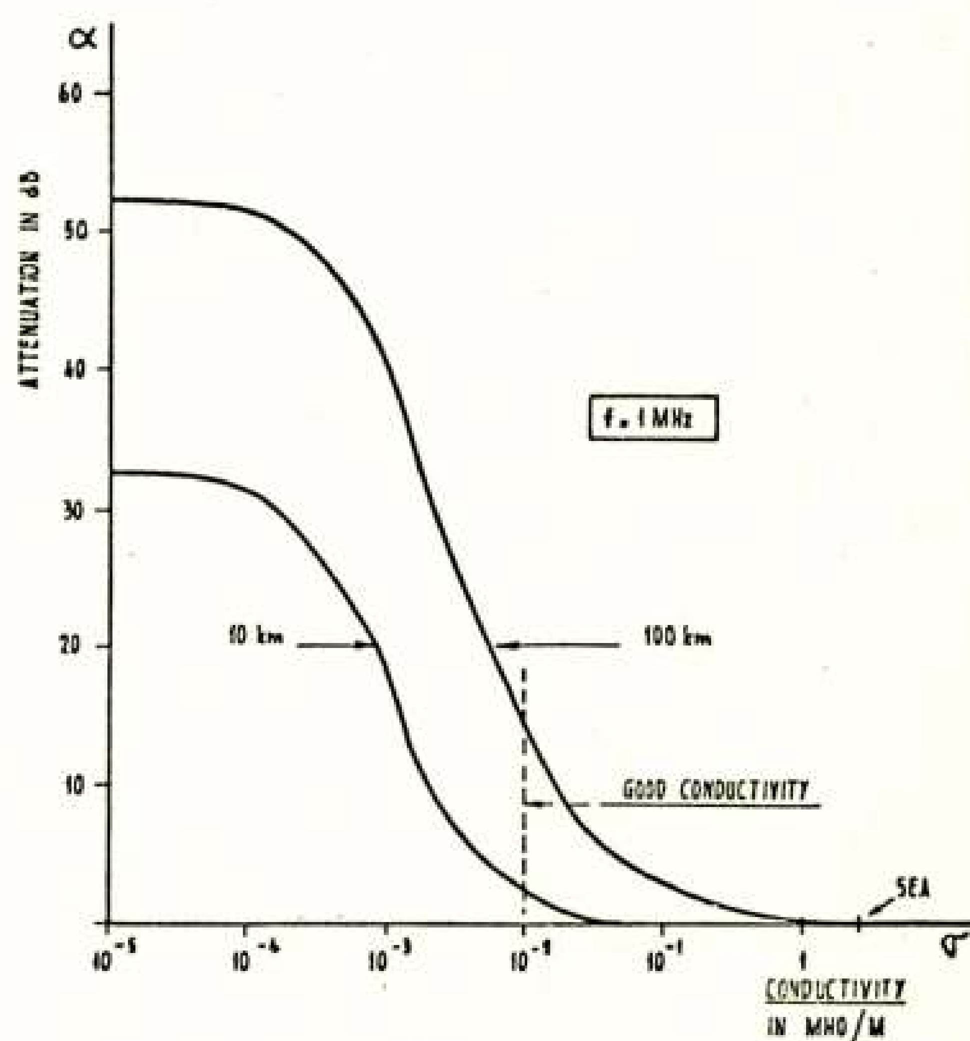


FIG.1

3. EISEN VOOR DE PROJECTERING VAN HET ZENDSTATION

Bij de projectering van het zendstation is uitgegaan van de volgende eisen.

a. Er dienen simultaan twee programma's te worden uitgestraald resp. op 747 kHz en 1008 kHz.

b. Het maximale uitgestraalde vermogen per zender uitgedrukt in EMRP moet 1000 kW bedragen voor een bodemgeleiding van 4 m mho/m een en ander volgens de te Geneve gemaakte afspraken.

c. Het station dient zowel onder dag- als onder nachtcondities binnen het te verzorgen gebied voldoende interferentie- en fading-vrije ontvangst te waarborgen (≥ 30 dB signaal-stoorverhouding).

d. De bedrijfszekerheid van het systeem dient zodanig te zijn dat over een voldoende lange bedrijfsperiode beschouwd een beschikbaarheid van 99,95% wordt bereikt.

e. Het station zal op afstand worden bediend en bewaakt d.w.z. dat het bedrijf geschiedt zonder bemanning ter plaatse.

f. Ook bij 24 uur bedrijf per etmaal moet onderhoud zonder langdurige bedrijfsonderbrekingen mogelijk zijn.

g. Extra maatregelen dienen te worden genomen ter bemoeilijking van pogingen tot misbruik inbraak of vernieling van de installaties.

h. Gezien de praktische levensduur van het zendsysteem (15 à 20 jaar) en de beperkte geldigheidsduur van de internationale afspraken (10 jaar) dient met de mogelijkheden van vervanging of uitbreiding van het zendsysteem rekening te worden gehouden.

i. Zonder beperking van bovengenoemde technische en operationele eisen dient een zo economisch mogelijk systeem te worden opgezet.

4. DE SYSTEEMOPZET

Uit boven geformuleerde eisen zijn de systeemeigenschappen voor het zendstation vast te stellen.

4.1 Het antennestralingspatroon

In de kaart van Nederland (zie figuur 2) is de lijn aangegeven die het land in twee delen verdeelt, te weten, in een gebied met zeer goede bodemgeleiding beter dan 10 m mho/m en in een gebied met een bodemgeleiding kleiner dan 10 m mho/m.

Deze lijn is op grond van veldsterktemetingen vastgesteld en komt vrijwel overeen met de lijn op de reliëfkaart in de Bosatlas welke de grens aangeeft tussen het deel van Nederland gelijk of beneden de zeespiegel en het deel boven de zeespiegel.

Dit onderscheid in geleidingsvermogen levert veldsterkteverschillen van 10 dB of meer op.

Voor de richtingen met zeer goede bodemgeleiding kan derhalve het zendvermogen worden gereduceerd.

Dit is bereikt door toepassing van een antennesysteem met een gericht horizontaal stralingsdiagram.



FIG. 2

Een dergelijke richtwerking heeft een systeem bestaande uit twee verticale stralers op 1/4 golflengte uit elkaar geplaatst.

Het diagram kan naar wens worden ingesteld door de onderlinge fase-en amplitudeverschillen van de stromen in beide stralers in te stellen.

Het gewenste diagram is eveneens in figuur 2 aangegeven (Radiation pattern).

Naast de grondgolfvoortplanting vindt onder nachtcondities eveneens ionosferische voortplanting plaats.

Interactie tussen beide golven, de directe en de de indirecte, kan versterking en verzwakking van het signaal tot gevolg hebben.

Om deze "fading" binnen het verzorgingsgebied te vermijden dient minimaal 8 dB onderscheid tussen beide signaalsterkten te bestaan.

Dit vereist onderdrukking van de stralingsenergie onder bepaalde elevatiehoeken.

Figuur 3 geeft de vereiste demping aan voor zowel E als F laag reflectie.
De demping onder 50° dient maximaal te zijn. Een dergelijke onderdrukking is bereikbaar met antennes die i.p.v. voetpunts gevoed, in het midden gevoed worden.
In het artikel van Dr. Bruger wordt nader ingegaan op het toegepaste antennesysteem.

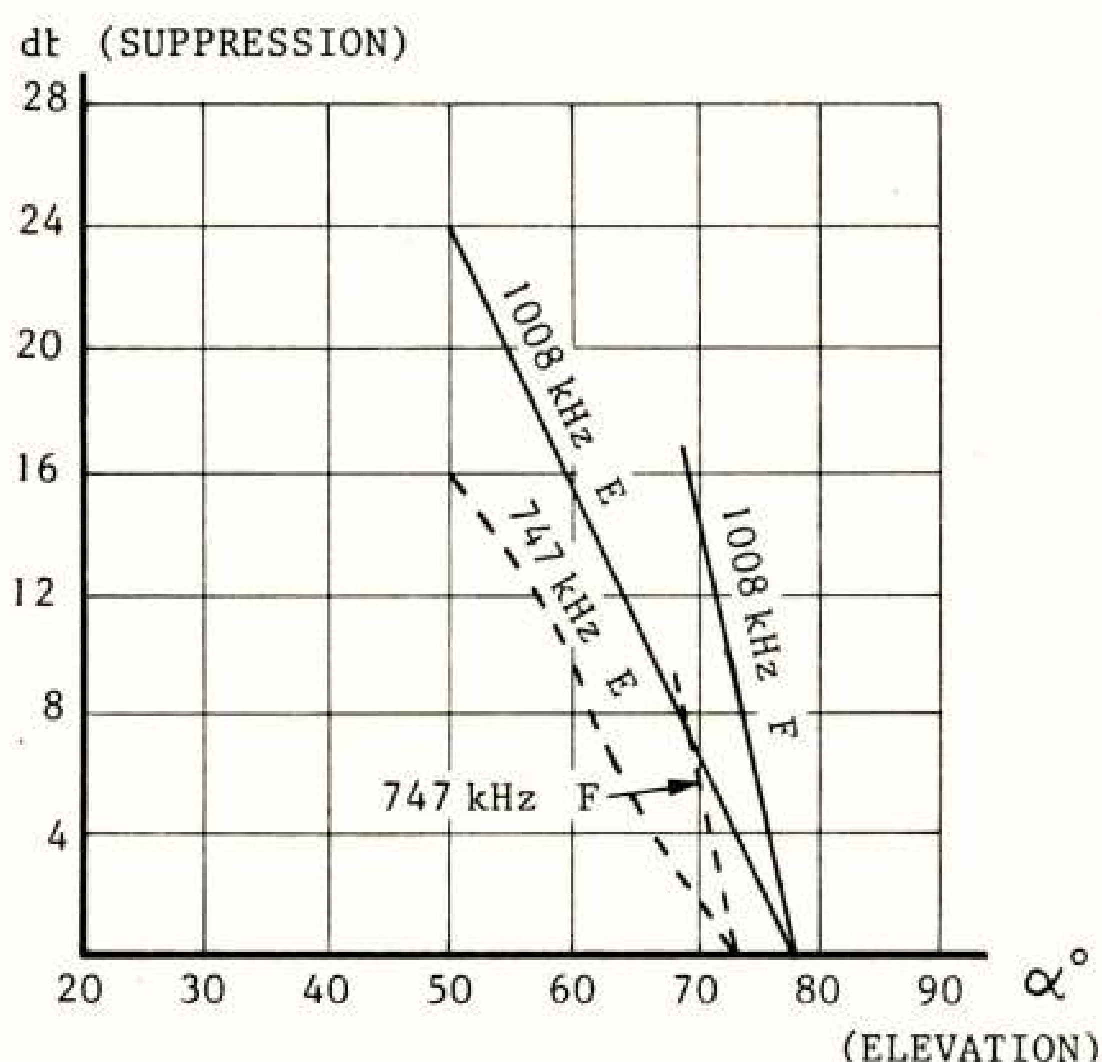


FIG.3 SUPPRESSION OF RADIATION

4.2 Het draaggolfvermogen

Beide bundelingen, horizontaal en verticaal leveren t.o.v. de korte monopool straler een extra winst op zodat het zendvermogen kan worden gereduceerd tot 400 kW draaggolfvermogen. Deze reductie levert een aanzienlijke energiebesparing op (rond ƒ 150.000,- per jaar).
Bij afwezigheid onder dagcondities van interferentie storing door gelijke kanaalzenders wordt verwacht dat 3 dB minder energie voldoende is voor de vereiste 30 dB signaal-stoorverhouding in het ontvangstgebied.
Deze reductie tot 200 kW draaggolfvermogen levert wederom een aanzienlijke besparing op het energieverbruik op.

4.3 Omgevingsproblemen en het totale antennesysteem

De vestigingsplaats is gekozen midden in een uitgestrekt landbouwgebied.
Binnen een gebied rondom het station waar een veldsterkte heerst van 3 V/m of meer is de de aanwezigheid van elektronische apparatuur die verstoord zou kunnen worden niet te verwachten.
In incidentele gevallen kunnen ontstorende maatregelen worden getroffen.
De directe omgeving van de antennes zal eveneens vrij blijven van hoge obstakels die het stralingspatroon ongunstig zouden kunnen beïnvloeden.
Het bij het station aangekochte terrein is groot genoeg om op voldoende grote afstand van de antennes een terreinafrastering te plaatsen die de te dichte nadering van mens en dier belemmert.
Hoewel geen beperkende bepalingen t.a.v. de stralingsdichtheid bij frequenties onder 30 MHz bestaan, zijn zekerheidshalve de bepalingen boven de 30 MHz gehanteerd. (Max. 100 W/m^2 vermogensdichtheid voor langdurig verblijf.)
Bij de systeemkeuze waarbij simultaan twee programma's dienen te worden uitgezonden speelt onderlinge beïnvloeding van de antennes een belangrijke rol.
Wordt voor elk programma een eigen antenne gekozen dan dienen deze op minstens 800 meter uit elkaar te worden geplaatst om de wederzijdse verstoring van de stralingspatronen binnen de perken te houden (< ± 1 dB).
Deze beïnvloeding wordt geheel geëlimineerd door toepassing van één gemeenschappelijk antennesysteem voor beide programma's.
Naast dit voordeel is ook de geringere investering van het simultaansysteem t.o.v. die van het gescheiden systeem van belang.
De volgende tabel 1 geeft dit verschil aan in kosten (in miljoenen guldens). Het gescheiden systeem zou bijna 10 miljoen meer hebben gevraagd.

	GESCHEIDEN	SIMULTAAN
Masten + fundaties	14,5	9,0
Combinatie filter	-	4,0
Feeder aanpassingen	2,-	-
Feeder + aardnetten	3,-	0,5
Terrein + terreinafwerking	7,5	4,0
	27,0	17,5

Tabel 1

4.4 De betrouwbaarheid en de gekozen reserve

De vereiste beschikbaarheid van 99,95% van het zendsysteem, bij 24 uur bedrijf per etmaal betekent dat over één jaar gezien de installatie niet meer dan 5 uur is uitgeschakeld hetzij i.v.m. onderhoud hetzij i.v.m. opgetreden storing.
Dit is slechts mogelijk indien voldoende reserve in het systeem is ingebouwd om "ongestoord" onderhoud te kunnen plegen en bij optreden van een storing reserve automatisch wordt ingeschakeld terwijl de gemiddelde reparatietijd voor deze storing wordt bepaald door de wijze van perso-

neelsinzet bij storing.
Gebruikelijk is dat, bij een storing waarbij automatisch op reserve wordt omgeschakeld, reparatie wordt beperkt tot kantooruren van maandag t/m zaterdag, hetgeen een hogere gemiddelde reparatietijd geeft.
Onderstaande tabellen geven aan een berekening van beschikbaarheden. In tabel 2 voor een bemand bedrijf zonder reserve, in tabel 3 voor het gekozen systeem waarbij voor beide zenders slechts één reserve zender aanwezig is (1 reserve op 2).

ZONDER RESERVE BEMAND	MTBF	MTTR	ONBESCHIKBAAR
Zender	500 u	1 u	0,2%
Antenne	5000 u	1 u	0,02%
Programmatoevoer (kabelstoring)	5000 u	12 u	0,2%
Energievoorziening (kabelstoring)	5000 u	12 u	0,2%
	Onbeschikbaar		0,62%

Tabel 2

MET AUT. RESERVE ONBEMAND	RESERVE	MTTR	ONBESCHIKBAAR
Zender	1 op 2	5,5	0,018
Antenne	geen	2	0,040
Programmatoevoer	1 op 1	24	0,0025
Energievoorziening	1 op 1	24	0,0025
	Onbeschikbaar		0,063%

Tabel 3

Verwacht mag worden dat het onbemande station met automatische reserve en uitgestelde reparatie bij omschakeling op reserve 10x betere beschikbaarheid heeft dan het bemande station zonder apparatuur-reserve.
Onderhoud aan de masten kan geschieden door bedrijf te maken op één van beide masten waarbij een nagenoeg rond stralingspatroon ontstaat.
Het verlies hierbij aan antennewinst kan worden gecompenseerd door verhoging van het draaggolfvermogen tot 600 kW.
De uit bedrijf geschakelde mast kan worden kortgesloten op het voedingspunt en geaard.
Het totale zendsysteem is weergegeven in figuur 4.

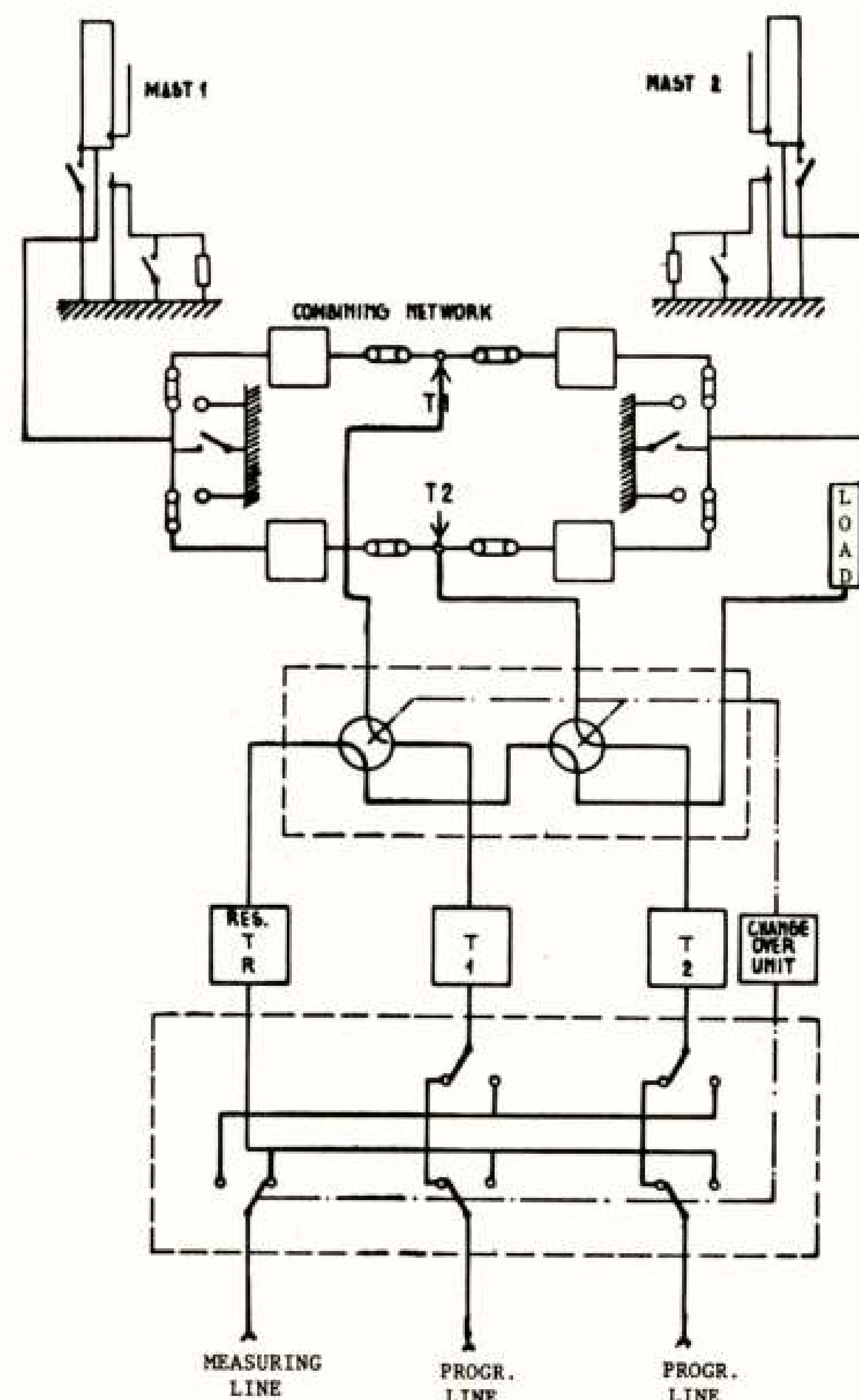


FIG.4 THE OVERALL TRANSMISSION SYSTEM

4.5 De zenders

Uit voorgaande is duidelijk dat gekozen dient te worden voor zenders met een draaggolfvermogen van 600 kW, die d.m.v. de verlaging van de voedingsspanning wordt ingesteld op 400 kW.
Het modulatieversterker-principe laat een vermogensregeling van 400 kW naar 200 kW toe onder bedrijf.
De dag- nachtomschakeling geschiedt op afstand zonder bedrijfsonderbreking.
Gekozen is voor de modernste zender momenteel verkrijgbaar.
In deze zender wordt gebruik gemaakt van een hoogvermogens schakelbuis in serie met de hf-eindbuis welke gestuurd wordt door een pulsduur gemoduleerd signaal.
Het hiermede bereikte rendement van de zender ligt ca. 10% hoger dan van de zenders voorzien van de conventionele klasse B modulatoren.
In de artikelen van Dipl. Ing. B. Wysocki en J. Zeis wordt nadere informatie verstrekt over deze zenders.

4.6 Het gebouw

Het gebouw bevindt zich tussen beide antenne-

masten in en vormt mede een deel van het aardnet.
Het bij mg-antennes gebruikelijke aardnet bestaat uit 120 koperdraden van 200 meter lang radiaalsgewijze ingegraven in het terrein vanaf de voetpunten van de masten.
Figuur 5 geeft aan hoe het gebouw verweven is in het aardnet.
Om de aardstromen over het gebouw te leiden en daarmede het gebouw inwendig veldvrij te houden is gekozen voor een met stalen plankprofielen bekleed gebouw.
Deze bouwwijze wordt veel toegepast en is tevens een snelle wijze van bouwen.
De aarddraden worden aan de stalen wanden bevestigd terwijl verdere geleiding over het van beton voorziene dak weer d.m.v. koperstrippen geschiedt.

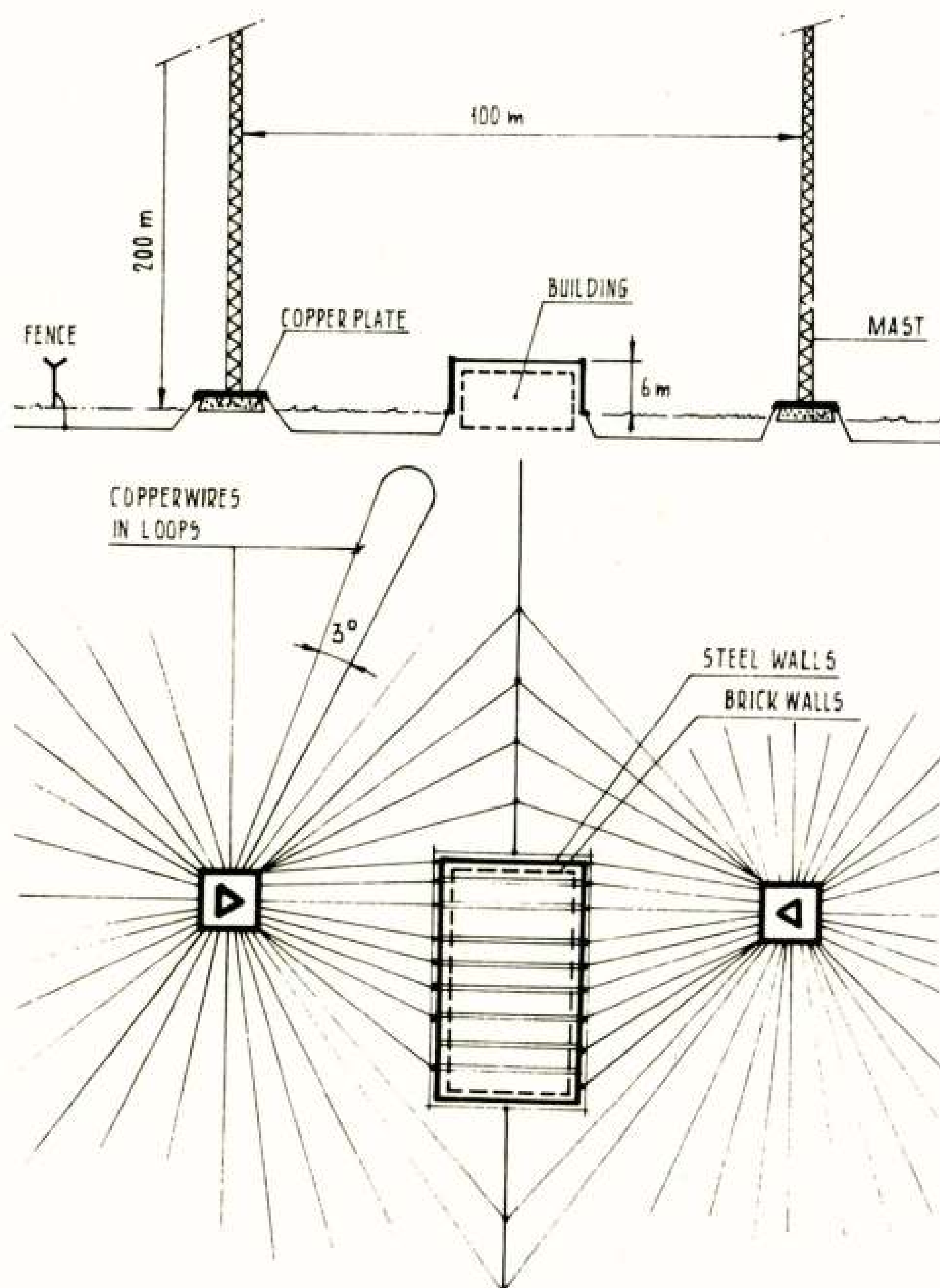


FIG. 5 EARTH SYSTEM

Het onbemande karakter van het station komt tot uiting in de beperkte algemene ruimte. 90% van de totale vloeroppervlakte heeft een technische bestemming.
Gereserveerd is ruimte voor een 4de zender hetzij voor uitbreiding, hetzij voor vervanging in de toekomst. Figuur 6 geeft de plattegrond van het gebouw weer.

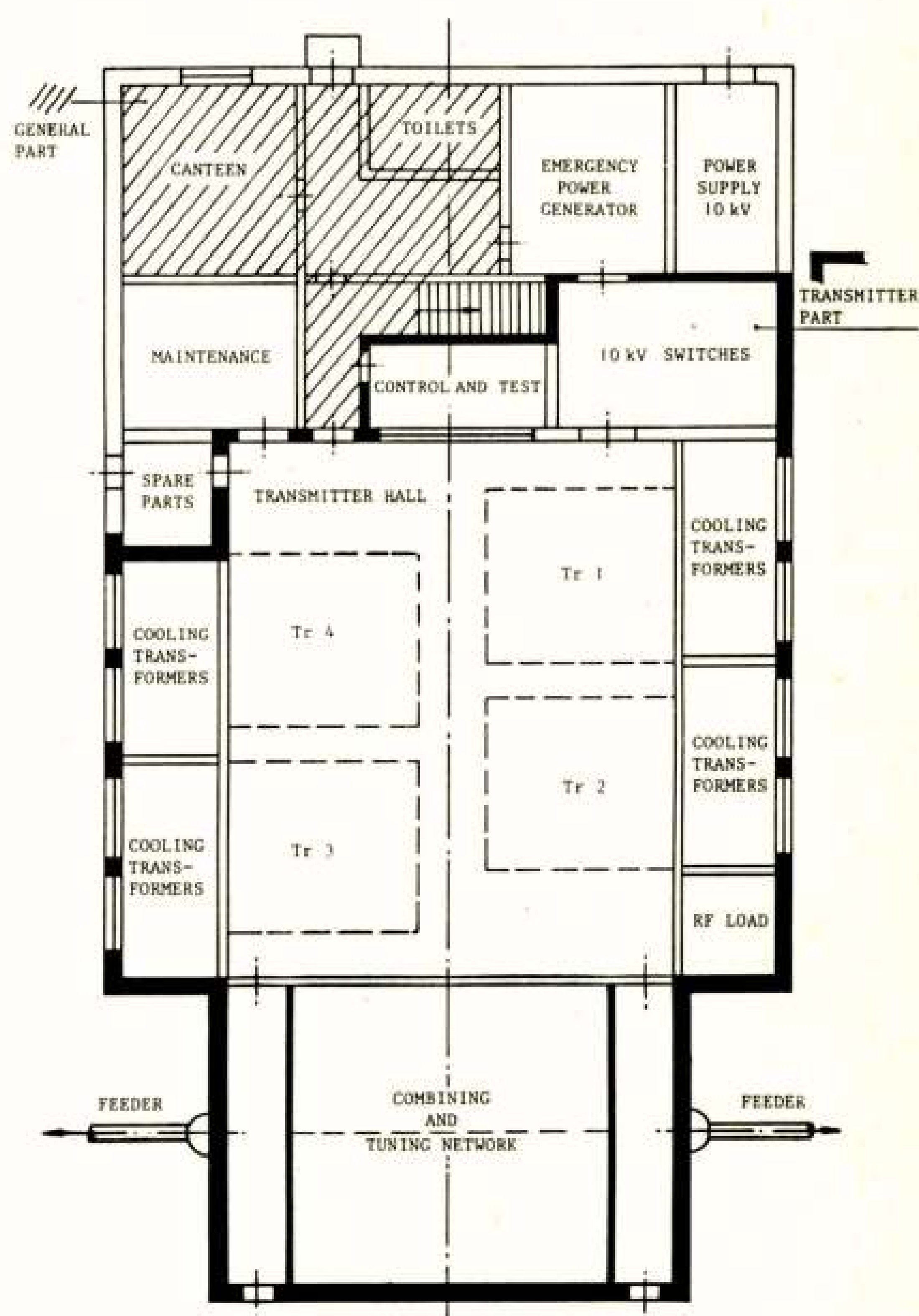


FIG.6 LAYOUT OF THE BUILDING

Van de verlieswarmte van de zenders wordt gebruik gemaakt voor het verwarmen van het gebouw.
De gevels van het gebouw zijn om veiligheidsredenen zo goed mogelijk afgesloten. Ramen komen alleen voor in de koffiekamer.
In en buiten het gebouw zijn voorzieningen getroffen ter bemoeilijking van inbraak en vernieling alsmede brandpreventie-maatregelen.
Van het totale project dat rond 25 miljoen gulden kost is 65% besteed aan de zendertechnische en stroomvoorzieningen en 35% aan de huisvesting daarvan inclusief terrein.
Figuur 7 geeft een ruimtelijke schets van het totaal.

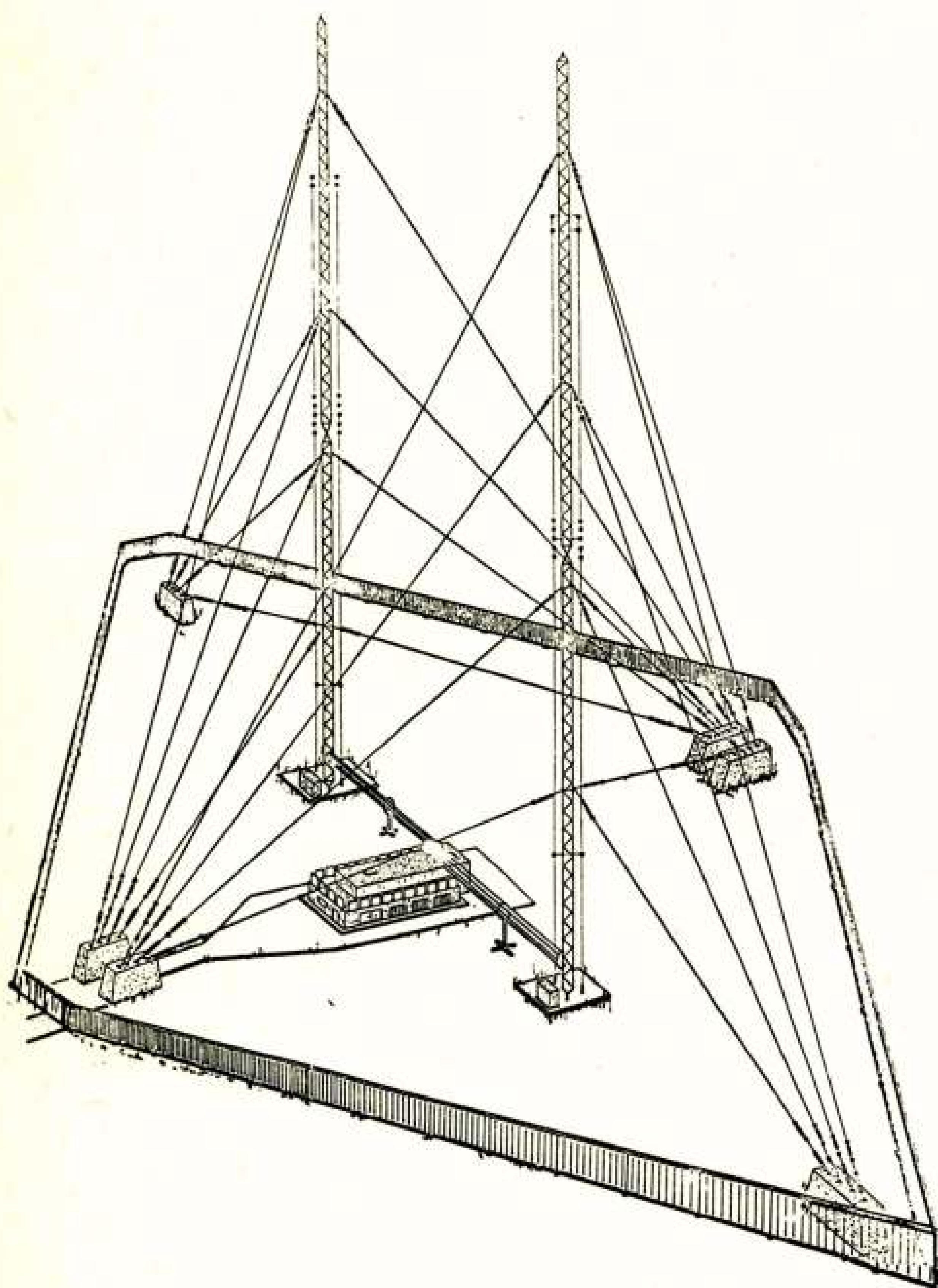


FIG.7 OUTLINE OF M.W STATION "Z.FLEVOLAND"

Vanuit het Zender Bedrijfs Centrum te Lopik zal het station worden bediend en bewaakt. In oktober 1979 zal naar aller verwachting het station operationeel zijn.

Voordracht gehouden op 17 januari 1979 in Stichthage te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 277), de IEEE Benelux sectie en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

ENTWICKLUNG MODERNER AM-RUNDFUNKSENDER

B. Wysocki
AEG-TELEFUNKEN

The inception of the third generation of broadcast equipment is marked by the new series of PANTEL Transmitters. Novel circuitry and modern design approaches are salient features over their predecessors. This paper discusses major development aims to meet the requirements of broadcasters. A method for the improvement of the efficiency of RF-Power stages is considered.

EINLEITUNG

Ein modernes technisches Erzeugnis muß dem Stand der Technik entsprechen und außerdem noch fortschrittlich sein. Die Sender, von denen in diesem Aufsatz berichtet wird, leiten eine neue Sender-Generation ein. Ihr wesentliches Merkmal ist der hohe Wirkungsgrad, der hauptsächlich durch einen Modulationsverstärker erreicht wird, der mit einem besonderen Puls-Dauer-Modulationsverfahren arbeitet.

Nach dem Bekanntwerden dieses Verfahrens sind die Anforderungen der Anwender an den Wirkungsgrad eines Rundfunksenders um mehrere Prozentpunkte gestiegen. Bei den konventionellen Verfahren, wie Anoden-B-Modulation und Doherty-Modulation werden jetzt die letzten Möglichkeiten ausgeschöpft. Inzwischen beschäftigen sich auch einige Firmen mit PDM bei Sendern bis zu Leistungen von 100 kW.

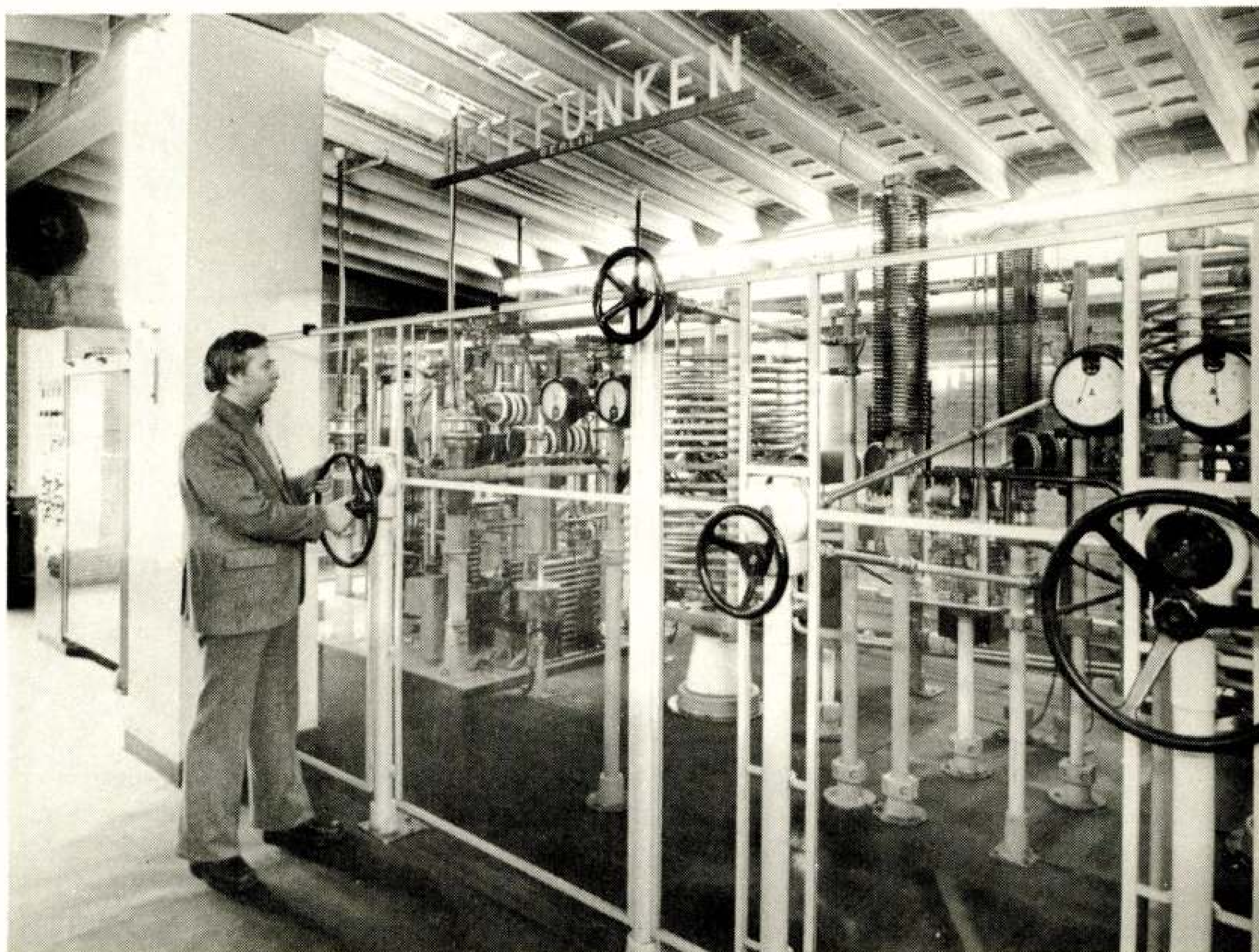


Bild 1: Sender der 1. Generation in offener Bauweise mit Anoden-B-Modulation

Zur Beurteilung eines Entwicklungsstandes werden zum Vergleich Beispiele benötigt. Die Sender der jetzt beginnenden neuen Generation sollen mit zwei Sendern verglichen werden, die vorausgegangene Generationen repräsentieren.

MERKMALE DER DREI SENDER-GENERATIONEN

Unterschiede im Aufbau

Bild 1 zeigt den letzten von uns gebauten Sender in offener Bauweise. Es handelt sich hierbei um einen 100-kW-MW-Sender, der in Berlin steht und von der Sendestelle RIAS seit 1949 betrieben wird. Seit Beginn der drahtlosen Nachrichtenübertragung bis zum Jahre 1949 war, mit wenigen Ausnahmen, die offene Bauweise üblich. Zur Sendestelle wurden die einzelnen Bauelemente geliefert und dort in einer angemessenen langen Montagezeit zum Sender verarbeitet. Durch diesen weitläufigen Aufbau haben diese Sender der 1. Generation den Vorteil der ausgezeichneten Zugänglichkeit.

Zwischen 1949 und 1979 gab es die 2. Generation. Man hat auf den ersten Blick den Eindruck, daß es sich hierbei um Sender aus bequem montierbaren Schränken handeln würde. In Wirklichkeit war aber ein Teil der Stromversorgung und des Modulationsverstärkers in offener Bauweise im sogenannten Sieb- und Modulationsmittel-Raum untergebracht. Gegenüber den Sendern in offener Bauweise hat sich die Montagezeit auf der Baustelle erheblich verkürzt. Durch Werksfertigung im größeren Umfang konnte die Fertigung rationeller gestaltet werden. Die einzelnen Sender wurden gleichartig gefertigt, was besonders den Kurzwellensendern zugute kam.

Der letzte folgerichtige Schritt war die Vereinigung aller zum Sender gehörenden Bauteile in wenigen, ausreichend bemessenen Schränken. Außerhalb befinden sich nur noch zwei Hochspannungstransformatoren bei Senderleistungen über 300 kW und die Kühlanlage, die fast immer an die speziellen Gegebenheiten der Sendestellen angepaßt werden muß.



Bild 2: Sender der 3. Generation mit PANTEL-Verfahren

Im Bild 2 sehen Sie den ersten Sender der 3. Generation. Am 23. 11. 1978, mit dem Inkrafttreten des Genfer Wellenplans, wurde dieser Sender für die Berliner Sendestelle RIAS in Betrieb genommen. Während die beiden zuerst erwähnten Sender nach dem Prinzip der klassischen Anoden-B-Modulation arbeiten, wird in dem neuen Sender ein von TELEFUNKEN im Jahre 1963 zum Patent angemeldetes Puls-Dauer-Modulationsverfahren zur Modulationsverstärkung angewandt [1] , mit dem gleichzeitig die Anodenspannung der RF-Endröhre eingestellt bzw. geregelt werden kann. Dieses Verfahren ist unter der Bezeichnung PANTEL bekannt geworden. PANTEL ist ein Akronym für PDM-ANODENMODULATION-TELEFUNKEN.

Fortschritte auf dem Bauelementesektor

Ein Sender der 2. Generation hatte eine große Anzahl von Röhren. Röhren sind Verschleißteile. Mit steigender Röhrenzahl steigen die Betriebskosten und der Überwachungsaufwand. Nur noch drei Röhren sind in einem Sender der neuen Generation enthalten, wobei die beiden Großleistungsröhren gleich sind. Dieser Fortschritt wurde nicht nur durch das Schaltungskonzept, sondern auch durch die Halbleiterentwicklung der letzten Jahre ermöglicht.

Fortschritte der elektrischen Konzeption

Bild 3 zeigt einen AM-Rundfunksender als "black box". Seit der Einführung der drahtlosen Nachrichtenübertragung hat sich an der grundsätzlichen Wirkungsweise nichts geändert.

Diese "black box" wird mit Strom versorgt, erhält eine Nachricht und liefert eine modulierte Trägerwelle an die Antenne.

An den so dargestellten Sender können bereits die wichtigsten Forderungen gestellt werden:

- Qualitätswerte

  Die an Eingang 1 vorliegende Information soll am Ausgang 2 so ausgestrahlt werden, damit bei den vorhandenen und in nächster Zukunft zu erwartenden Empfängern die Güte des Empfangs von den Sendern nicht merkbar vermindert wird. Für die Qualitätswerte gibt es viele nationale und internationale Forderungen, die dafür sorgen, daß es im Nutzband und in den Bändern außerhalb keine unzulässigen Beeinträchtigungen gibt. Hierzu gehören Forderungen an Klirrfaktor, Fremdspannung, Geräuschspannung, Randaussendungen. Eine Übererfüllung der Qualitätsforderungen hat weder technische noch kommerzielle Bedeutung. Daher wird dieser Punkt bei den weiteren Ausführungen nicht näher betrachtet.

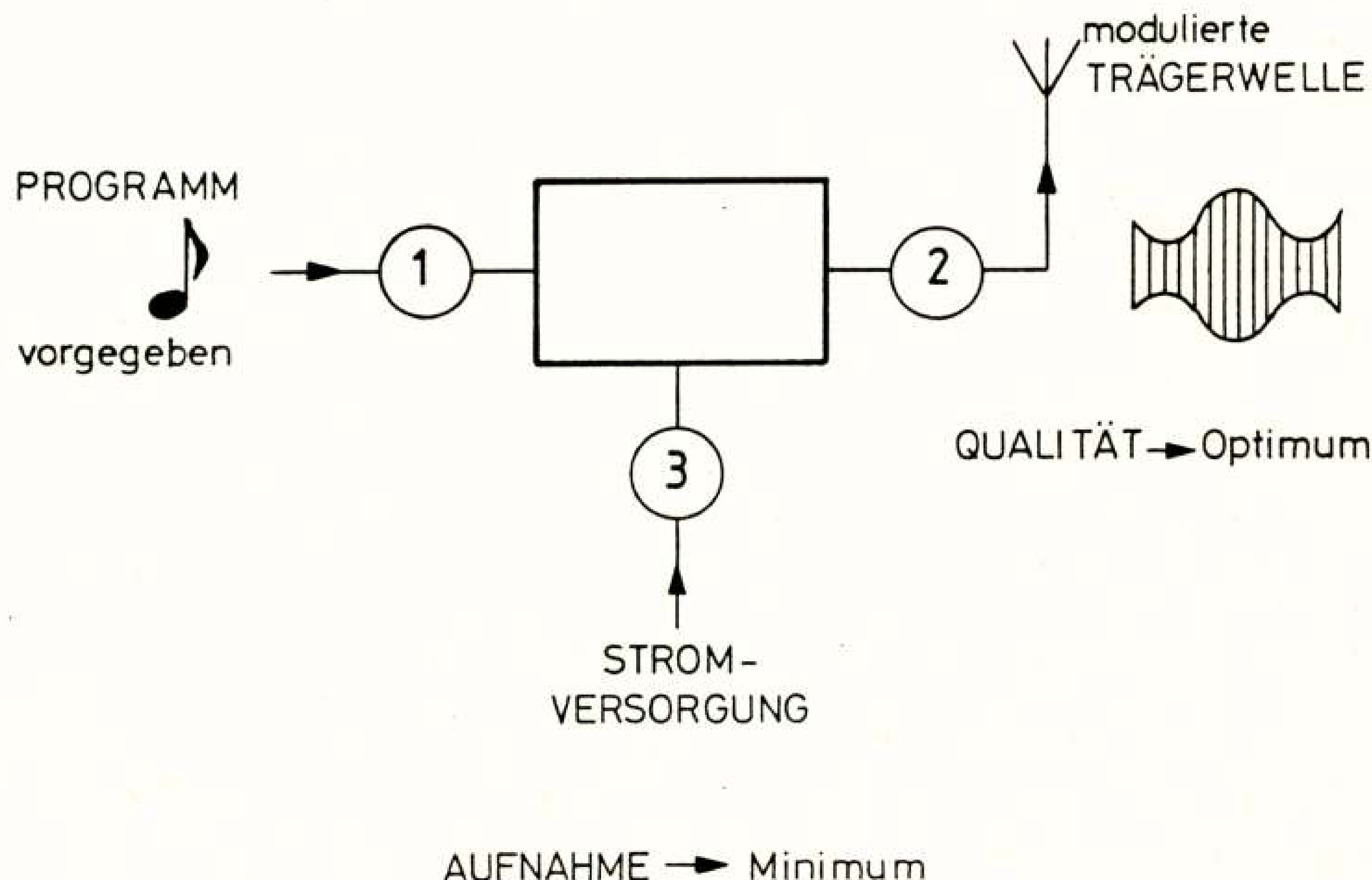


Bild 3: AM-Rundfunksender als "black box"

- Betriebskosten
  Die Leistungsaufnahme über Klemme 3 soll möglichst klein sein, um die geforderten Qualitätswerte zu erfüllen. Diese Forderung kann man erstens durch einen hohen Wirkungsgrad des Senders erreichen und zweitens, indem man dafür sorgt, daß immer nur so viel Leistung die Klemme 2 verlassen kann, wie zur Erfüllung der gestellten Versorgungsaufgabe erforderlich ist. Die Möglichkeit der einfachen Leistungsreduzierung gehört hierzu. Weitere Verminderung der Betriebskosten ist bei den Wartungskosten möglich, indem man die Zahl der Verschleißteile reduziert und die Zuverlässigkeit steigert. Für die Betriebskosten gibt es bei den einzelnen Anwendern mehr oder weniger präzisierte Vorstellungen. Eine Übererfüllung kann unmittelbar in Mark und Pfennig ausgedrückt werden und wird daher auch entsprechend gewürdigt.

Am Bild 4 will ich einige Wege zeigen und Gedanken erwähnen, die wir bei der Entwicklung einer modernen Rundfunksenderfamilie befolgt haben.

Dieses Bild zeigt schon etwas ausführlicher die Wirkungsweise eines anodenmodulierten Rundfunksenders. Vor 50 Jahren hätten wir bereits das gleiche Bild für einen Sender zeichnen können. Trotzdem haben wir, von diesem Blockschaltbild ausgehend, eine neue Generation von Rundfunksendern entwickelt. Das Moderne am Schaltungskonzept zeigt sich erst bei der weiteren Untergliederung der einzelnen Funktionseinheiten. Die Bauelemententwicklung hat das Schaltungskonzept jeder Funktionseinheit beeinflußt. Es wurden Verbesserungen erzielt, die den Raumbedarf, Herstellungsaufwand und die Betriebszuverlässigkeit betreffen.

Obwohl die Zahl der logischen Verknüpfungen in den Kleinsignalstufen des Steuergestells wesentlich größer ist als in den Endstufen, sollen anschließend nur die leistungsstarken Endstufen näher betrachtet werden, weil sie entscheidend den Wirkungsgrad des Senders beeinflussen.

TENDENZEN UND ZIELE DER SENDERENTWICKLUNG

Seit Einführung der drahtlosen Nachrichtenübertragung bis etwa Anfang der 60er Jahre war das Hauptanliegen die Verbesserung der Übertragungsqualität. Nach 1960, mit der zunehmenden Einführung von Großleistungssendern wurde die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit die wichtigste Aufgabe. Ausgehend hiervon, setzten wir unsere Entwicklungsziele für die neue Sendergeneration.

Das Hauptziel ist die Wirtschaftlichkeit. Dieses Ziel soll angestrebt werden durch Erfüllung von Teilzielen. Die Teilziele haben zum Inhalt eine Senkung der folgenden Kosten um vorgegebene Prozentsätze.

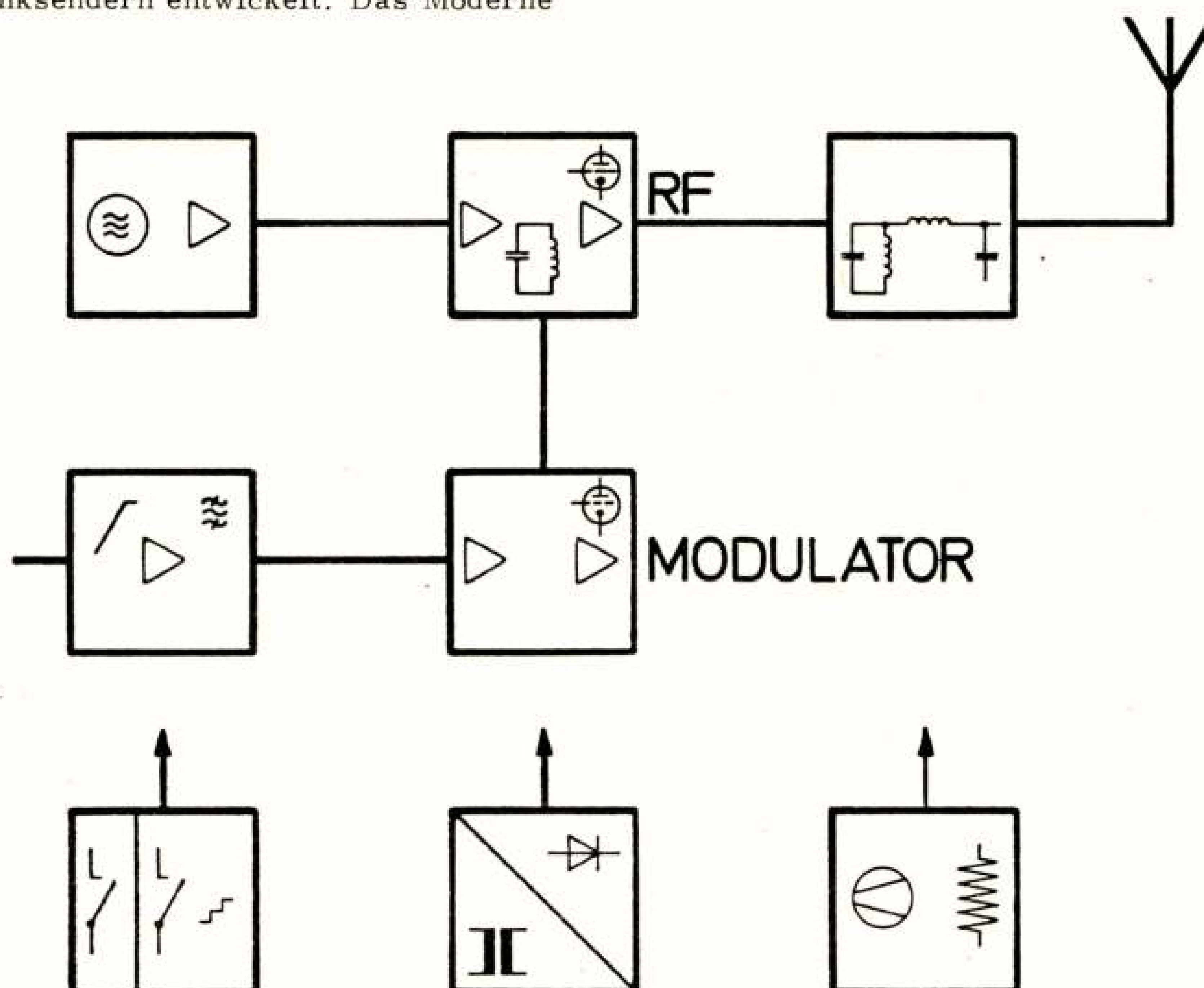


Bild 4: Funktionseinheiten eines AM-Rundfunksenders

1. Herstellung
   1.1. Fertigungskosten
   1.2. Prüfkosten
   1.3. Montagekosten
2. Betrieb
   2.1. Energiekosten
   2.2. Ersatzteilkosten
   2.3. Wartungskosten
   2.4. Instandhaltungskosten

Bemühungen, Kosten zu senken, verursachen ihrerseits zusätzliche Kosten. Diese Kosten fallen als Entwicklungskosten an. Sender großer Leistung werden leider nur in geringen Stückzahlen benötigt. Auf diese geringe Stückzahl müssen die entstandenen Entwicklungskosten verteilt werden.

Die gleichzeitige Entwicklung einer Rundfunksenderfamilie mit Ausgangsleistungen zwischen 100 kW und 1 MW, bestehend aus Kurzwellensendern, Mittelwellensendern und Langwellensendern mit vielen gleichartigen Baugruppen, hat sich nicht nur auf die Fertigungskosten und Prüfkosten, sondern auch auf die Entwicklungskosten günstig ausgewirkt.

RF- UND NF-ENDSTUFEN

Übersicht und Anforderungen

Bild 5 zeigt das Schaltbild eines PANTEL-Senders, der mit einem Anoden-B-modulierten Sender verglichen wird. Beide RF-Verstärker haben den gleichen Wirkungsgrad. Der theoretische Wirkungsgrad des Gegentakt-B-Verstärkers ist $\pi/4$ (79 %), während der theoretische Wirkungsgrad der Schaltstufe des PANTEL-Verstärkers 100 % beträgt.

Die Modulationsverstärker liefern in beiden Fällen zur RF-Stufe eine Gleichspannung, der die niederfrequente Schwingung überlagert ist.

Über die Wirkungsweise des Modulationsverstärkers berichtet J. Zeis in dem Aufsatz "Pulsdauermodulation in AM-Rundfunksendern" [5]. Ich beschränke mich auf die RF-Endstufe von Mittelwellensendern.

Eine RF-Endstufe dient als Leistungsverstärker für die RF-Schwingung und gleichzeitig als Modulator für die niederfrequente Schwingung. Die Hüllkurve der abgegebenen Schwingung soll mit möglichst wenig Abweichung der modulierenden NF folgen, d.h. der Klirr-

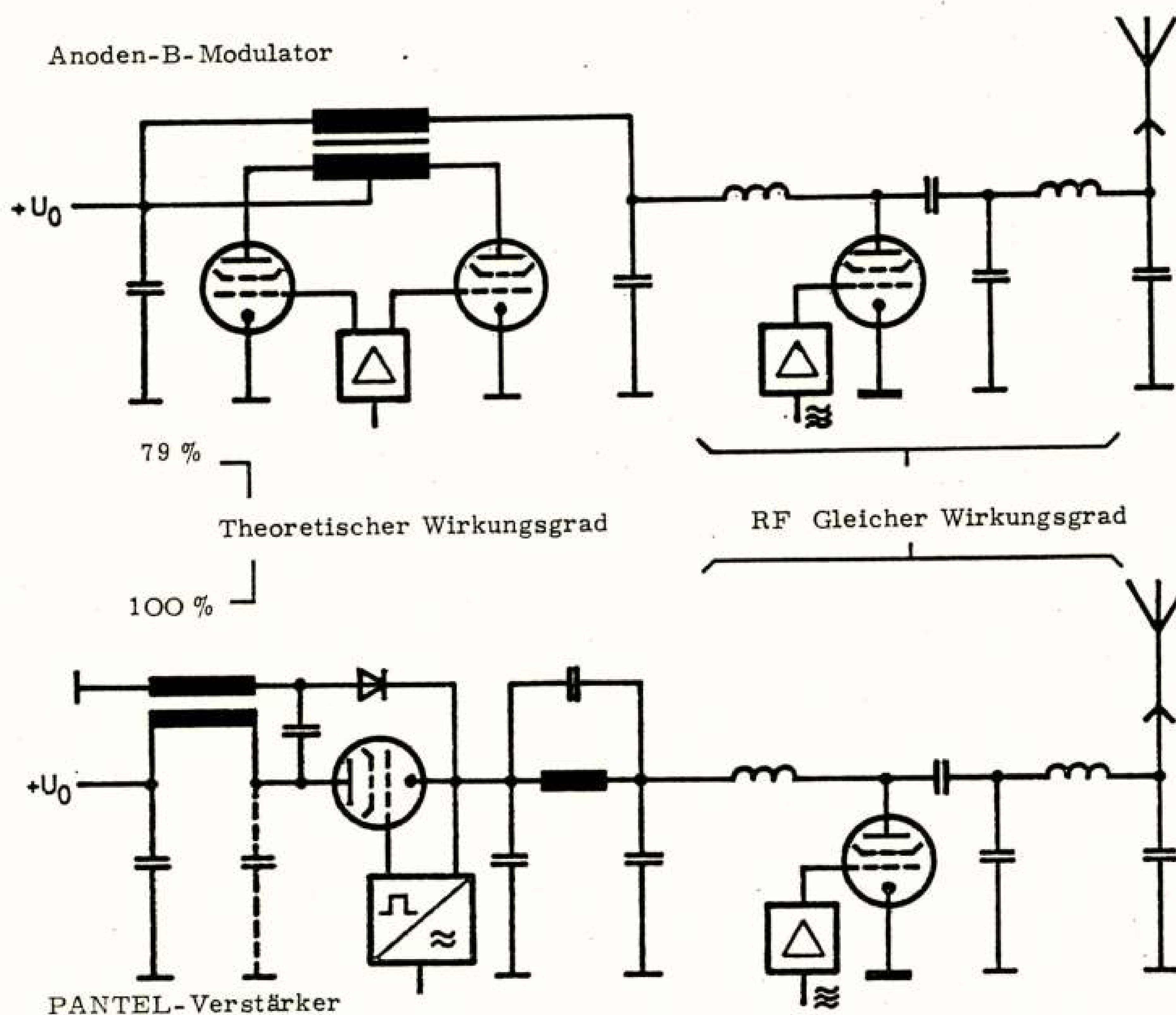


Bild 5: Vergleich eines PANTEL-Senders mit Anoden-B-Modulation

faktor muß innerhalb der zulässigen Grenzen liegen. Der Wirkungsgrad soll möglichst hoch, die erforderliche Steuerleistung möglichst klein sein und eine Erregung von Störwellen darf auch unter ungünstigen Abstimmbedingungen nicht auftreten.

Anodenwirkungsgrad einer RF-Endstufe

Den erreichbaren Wirkungsgrad können wir uns an Bild 6 veranschaulichen.

Das Verhältnis der Grundwellenamplitude der Anodenspannung U_ω zur Betriebsspannung U_o bezeichnet man als Spannungsaussteuerung h_u

$$h_u = \frac{U_\omega}{U_o}$$

U_ω kann im vorliegenden Fall bei idealer Röhre höchstens so groß werden wie die Betriebsspannung U_o,

d.h. $h_u = 1$.

Das Verhältnis der Grundwellenamplitude des Anodenstromes J_ω zum Anodengleichstrom J_o nennt man Stromaussteuerung h_i

$$h_i = \frac{J_\omega}{J_o}$$

Bei ganz schmalen Stromimpulsen strebt h_i gegen 2. Der Anodenwirkungsgrad einer RF-Endstufe ist

$$\eta = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{aufgenommene Leistung}} = \frac{\frac{U_\omega}{\sqrt{2}} \cdot \frac{J_\omega}{\sqrt{2}}}{U_o \cdot J_o}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{U_\omega \cdot J_\omega}{U_o \cdot J_o} = \frac{1}{2} \cdot h_u \cdot h_i$$

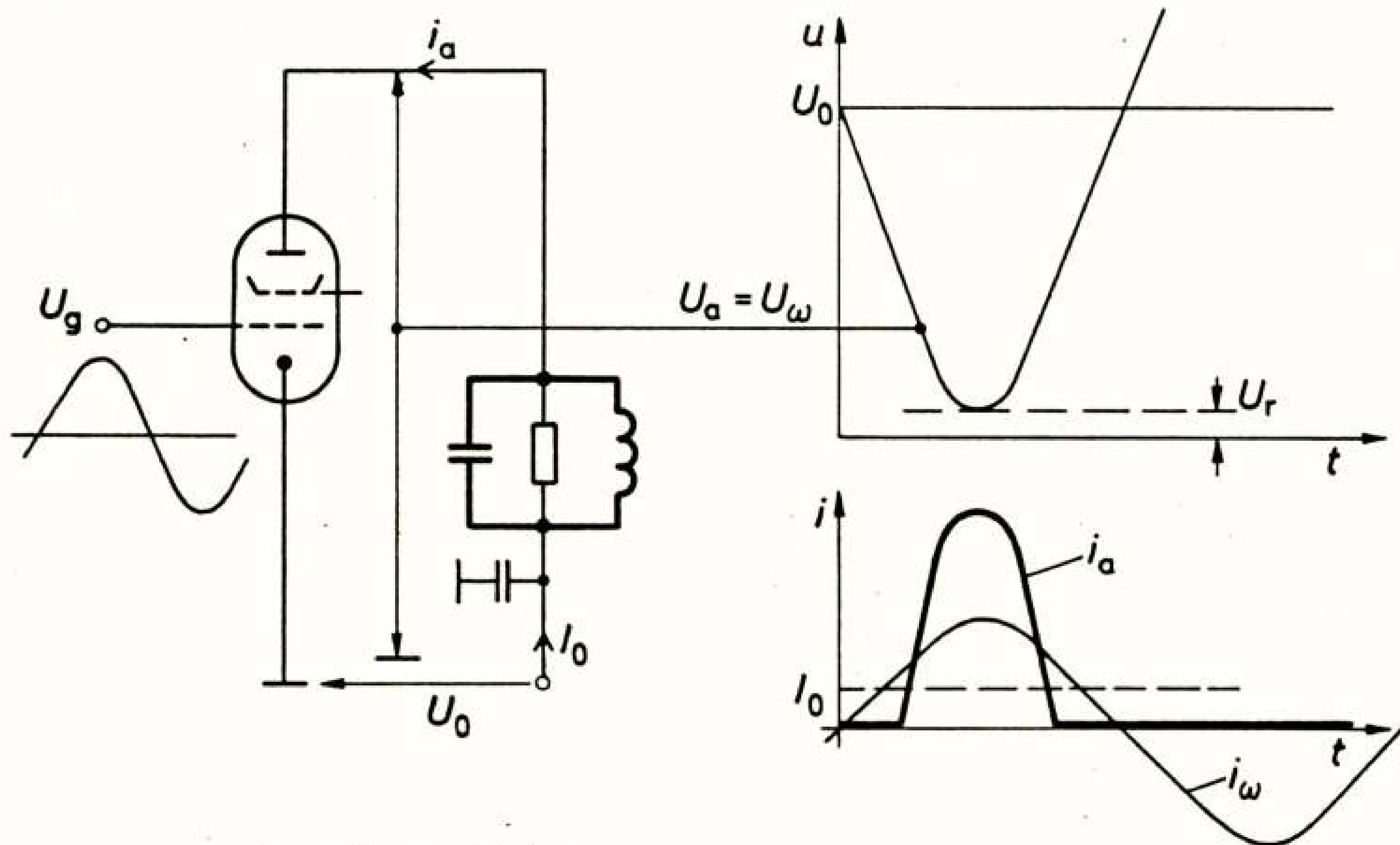
Unter idealen Bedingungen ist

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 = 1$$

In Wirklichkeit kann die Röhre nicht bis zur Spannung Null durchgesteuert werden. Es verbleibt eine Restspannung von etwa 10 %, d.h. h_u hat einen Wert von etwa 0.9.

Wegen der zulässigen Grenzwerte der Röhre und der erforderlichen Leistungsabgabe kann der Stromflußwinkel nicht gegen Null und der Spitzenstrom nicht gegen Unendlich gehen. Ein realistischer Wert vom halben Stromflußwinkel Θ ist etwa 60°, dabei ist $h_i = 1.8$ und der Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{1}{2} \cdot 0.9 \cdot 1.8 = 0.81$$



$$\eta = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{aufgenommene Leistung}}$$

$$\eta = \frac{\frac{\hat{U}_\omega}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\hat{I}_\omega}{\sqrt{2}}}{U_0 \cdot I_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{U_\omega}{U_0} \cdot \frac{I_\omega}{I_0} = \frac{1}{2} \cdot h_u \cdot h_i$$

ideal $\eta = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 = 1$

real $\eta = \frac{1}{2} \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}8 = 0{,}81$

Bild 6: Anodenwirkungsgrad einer RF-Endstufe

Anodenwirkungsgrad der RF-Endstufe mit Oberwellenzusatz

Um den Wirkungsgrad zu erhöhen, muß entweder die Spannungsaussteuerung oder die Stromaussteuerung erhöht werden. Eine andere Möglichkeit gibt es nicht.

Neben dieser Betrachtungsweise der Grundwellenkomponenten gibt es auch die Möglichkeit, aus der Schwingungsform von Strom und Spannung an der Röhre einen Weg zur Wirkungsgradverbesserung zu finden.

Der Anodenstrom und die Anodenspannung sollten so geformt sein, daß immer ihr Produkt gegen Null geht, dann steigt der Wirkungsgrad auf 100 %. Eine Röhre, die als idealer Schalter arbeitet, erfüllt diese Forderung. Es darf kein Strom fließen, wenn Spannung vorhanden ist und andererseits darf keine Spannung an der Röhre liegen, wenn Strom fließt. Die Schwingungsform der Anodenspannung ist hierbei rechteckförmig.

Eine Rechteckschwingung hat eine Grundwellenamplitude, die $4/\pi$ mal größer ist als der Scheitelwert. Steuert man die gesamte Betriebsspannung mit einer Rechteckschwingung aus, dann erreicht man eine Spannungsaussteuerung, die größer als 1 ist.

Die Spannungsaussteuerung ist in diesem Idealfall:

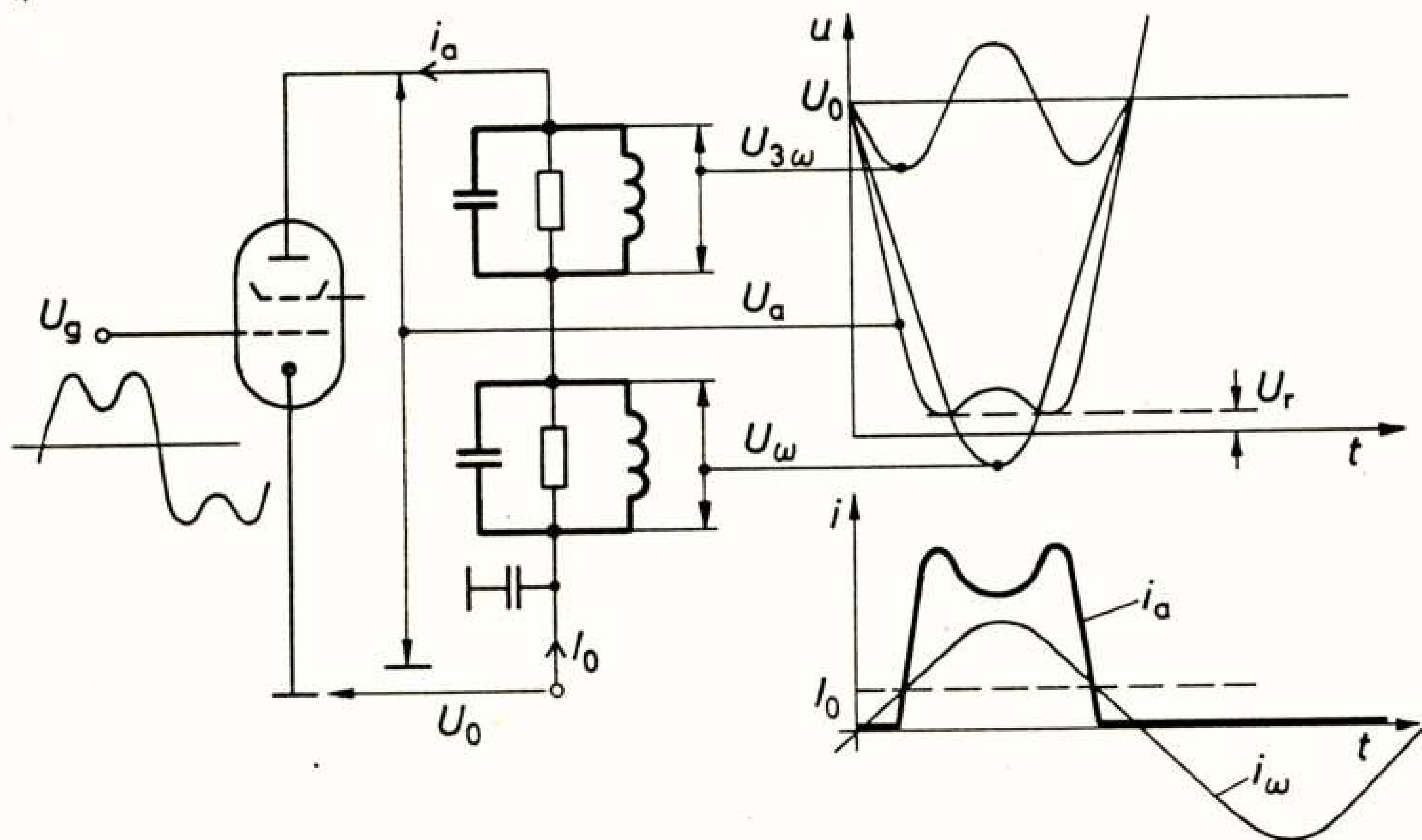
$$h_u = \frac{4}{\pi} = 1.27$$

Eine Rechteckschwingung läßt sich bei einem Sender schlecht realisieren. Eine Annäherung durch Zusatz der 3. Harmonischen zur Grundwelle in geeigneter Phasenlage bringt aber bereits eine lohnende Wirkungsgradverbesserung.

Bild 7 zeigt das Prinzipschaltbild und die Zusammenhänge bei Betrieb mit Zusatz der 3. Harmonischen. Der Grundwellenkreis repräsentiert hier die gesamten Anodenabstimmittel, die zur Oberwellensiebung und zur Transformation des Antennenwiderstandes vorgesehen sind.

Wir haben gesehen, daß durch Zusatz der 3. Harmonischen die Anodenspannung von einer Rechteckspannung noch erheblich abweicht. Durch zusätzlichen Zusatz der 5. Harmonischen wird der Wirkungsgrad nur noch sehr wenig verbessert. Der erforderliche Aufwand steht hierbei in keinem vernünftigen Verhältnis zum erzielten Erfolg. Ein zusätzlicher Zusatz der 5.Harmonischen wurde aus diesem Grunde nicht vorgesehen.

Bedauerlicherweise wird bei geeignetem Oberwellenzusatz der Wirkungsgrad nicht um die erhöhte Spannungsaussteuerung verbessert, weil gleichzeitig die Stromaussteuerung abnimmt.



$$U_{3\omega} = \frac{U_\omega}{6} \frown h_u' = \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot h_u = 1{,}15 \cdot h_u$$

$$\eta' = \frac{1}{2} h_u' \cdot h_i = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4}{3}} \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}65 \approx 0{,}86$$

Bild 7: Anodenwirkungsgrad einer RF-Endstufe mit 3f-Zusatz

Das Verfahren der Wirkungsgradverbesserung durch 3f-Zusatz wird in unseren Mittelwellensendern angewendet.

Frequenzumschaltung

Ein weiteres besonderes Merkmal dieser Mittelwellensender ist die Möglichkeit der fernbedienbaren Umschaltung zwischen zwei Frequenzen, die auf besonderen Wunsch vorgesehen werden kann. Hierdurch kann man zwischen einer Tag- und einer Nachtfrequenz umschalten oder einen derartigen Sender als Reservesender für zwei Einfrequenzsender vorsehen. Flevoland macht von der zweiten Möglichkeit Gebrauch. In Flevoland befinden sich zwei Betriebssender für 747 kHz und 1008 kHz und ein Reservesender, der zwischen diesen beiden Frequenzen umgeschaltet werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Anoden-B-Modulation ist vor fast 50 Jahren eingeführt worden.

Die 2. Sendergeneration, äußerlich durch Schrankbauweise mit zusätzlichem Sieb- und Modulationsmittelraum gekennzeichnet, war 30 Jahre lang "Stand der Technik".

Der erste 300-kW-PANTEL-Sender ging am 23.11.1978 in Betrieb.

Der erste 600-kW-PANTEL-Sender mit fernbedienbarer Frequenzumschaltung wurde Ende des vergangenen Jahres von der PTT Holland einer äußerst intensiven Abnahmeprüfung unterzogen.

Die Übertragungsqualität entsprach den Vorstellungen. Der sehr sorgfältig gemessene Wirkungsgrad lag im Mittel 4 Prozentpunkte über den propagierten Werten.

Auf starke Übermodulation mit plötzlicher Hochtastung und ähnlichen Schikanen reagieren diese Sender sehr gutmütig, verglichen mit den Sendern der vorausgegangenen Generation.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit kann man annehmen, daß mehrere Dekaden von Jahren PANTEL-Sender modern bleiben werden.

Fassen wir zusammen, was heute einen modernen Mittelwellensender kennzeichnet:

- Erfüllung der internationalen Qualitätsstandards
- Wirkungsgrad bei Programmodulation etwa 70 %
- Möglichkeit der Ausgangsleistungsänderung ohne Betriebsunterbrechung
- Möglichkeit der fernbedienbaren Frequenzumschaltung
- kurze Montage- und Inbetriebsetzungszeit, d.h. wenig Komponenten außerhalb des Senders
- weniger als 4 Verstärkerröhren

Auf die Frage, ob bei diesen Sendern eine Weiterentwicklung möglich ist, muß man mit "ja" antworten. Das PANTEL-Verfahren bietet die Möglichkeit, auch den Gleichspannungsanteil am Ausgang zu beeinflussen.

J. Zeis erwähnt in seinem Aufsatz, welche Vorzüge sich damit erreichen lassen[5].

Es ist heute schon technisch möglich, aber wirtschaftlich noch nicht sinnvoll, den RF-Treiber zu transistorisieren. In einigen Jahren wird es bestimmt den Zwei-Röhren-Sender geben.

Abschließend möchte ich noch erwähnen, daß die Entwicklungsarbeiten im Zusammenhang mit der Energieeinsparung vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert wurden.

SCHRIFTTUM

1. Leifer, A. 1963 "Modulationsschaltung zur Anodenspannungsmodulation einer Hochfrequenzsenderendstufe"
Deutsches Patent 1218557
2. Wysocki, B. 1976 "PDM-Verfahren System TELEFUNKEN mit hohem Wirkungsgrad"
Nachrichten Elektronik 19, S. 234-236
3. Wysocki, B. 1977 "Pulsdauermodulation für Hochleistungsrundfunksender"
Rundfunktechnische Mitteilungen 21, H. 4, S. 153-157
4. Wysocki, B. 1978 "PDM-transmitters"
International Broadcasting Convention 1978
Conference Publication Number 166, S. 122
5. Zeis, J. 1979 "Pulsdauermodulation in AM-Rundfunksendern"
tijdschrift van het
nederlands elektronica- en radiogenootschap 1979

Voordracht gehouden op 17 januari 1979 in Stichthage te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 277), de IEEE Benelux sectie en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

PULSDAUERMODULATION IN AM-RUNDFUNKSENDERN

J. Zeis

AEG-TELEFUNKEN

It is shown that the PDM technique can fully replace conventional high-level class-B modulators. They also offer additional advantages. This paper describes the function of the PDM system. A new design which has become known as PANTEL modulator leads itself favourably to high power broadcasting transmitters. An outline is given on the functioning of the PANTEL circuit and future areas of application.

Grundlagen der Pulsdauermodulation (PDM)

Bild 1 zeigt die Gegenüberstellung von Anoden-B-Modulation und Pulsdauermodulation.

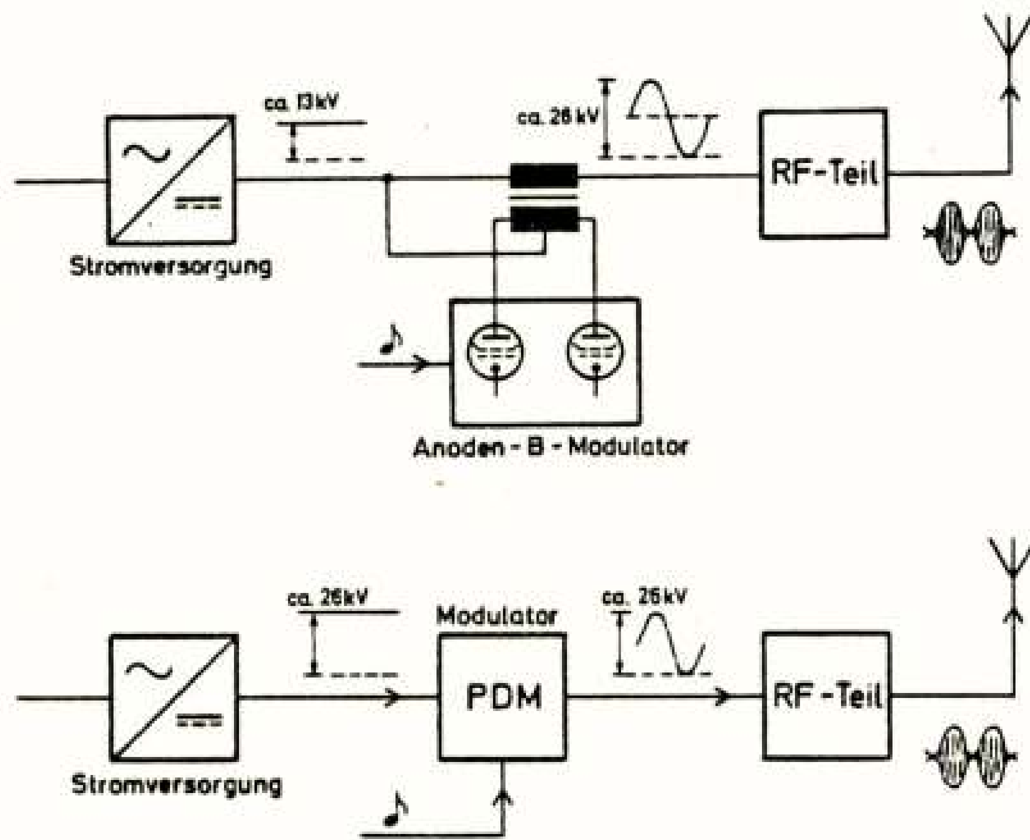


Bild 1: Anoden-B-Modulation und Pulsdauermodulation (PDM)

Die an das RF-Teil abgegebene Anodenspannung ist bei beiden Modulationsverfahren gleich. Sie ändert sich bei 100 % Modulationsgrad zwischen 0 und 26 kV. Die Modulationsverfahren unterscheiden sich in der Erzeugung dieser Anodenspannung.

Bei Anoden-B-Modulation liefert die Stromversorgung direkt die Anodenspannung zur Erzeugung der RF-Trägerleistung. Über einen Modulationstransformator wird dieser Gleichspannung eine Wechselspannung überlagert, deren Spitzenwert bei 100 % Modulationsgrad gleich der Ausgangsspannung der Stromversorgung ist. Damit ist die Anodenspannung des RF-Teils bei negativer Spitze der Modulationsspannung null und bei positiver Spitze doppelt so hoch wie die Ausgangsspannung der Stromversorgung.

Der Pulsdauermodulator benötigt keinen Modulationstransformator. Durch sein Schaltungsprinzip ist er nur in der Lage, eine Ausgangsspannung an das RF-Teil abzugeben, die kleiner als die Eingangsspannung ist. Der Einstellbereich liegt zwischen 0 und 100 % der Eingangsspannung. Der Modulationsverstärker liefert die Trägerleistung und die Modulationsleistung für das RF-Teil. Seine Eingangsspannung muß gleich der maximalen Anodenspannung des RF-Teils sein. Der Wirkungsgrad des Modulationsverstärkers ist hoch, weil die Röhre nicht als Linearverstärker, sondern als Schalter betrieben wird. Die Ausgangsspannung ändert sich trotzdem linear mit dem Modulationssignal, wie später gezeigt wird. Jede beliebige Ausgangsspannung zwischen 0 und 100 % der Eingangsspannung ist statisch einstellbar. Somit hat der Modulationsverstärker eine untere Grenzfrequenz von 0 Hz und damit die Eigenschaft eines Gleichspannungstransformators.

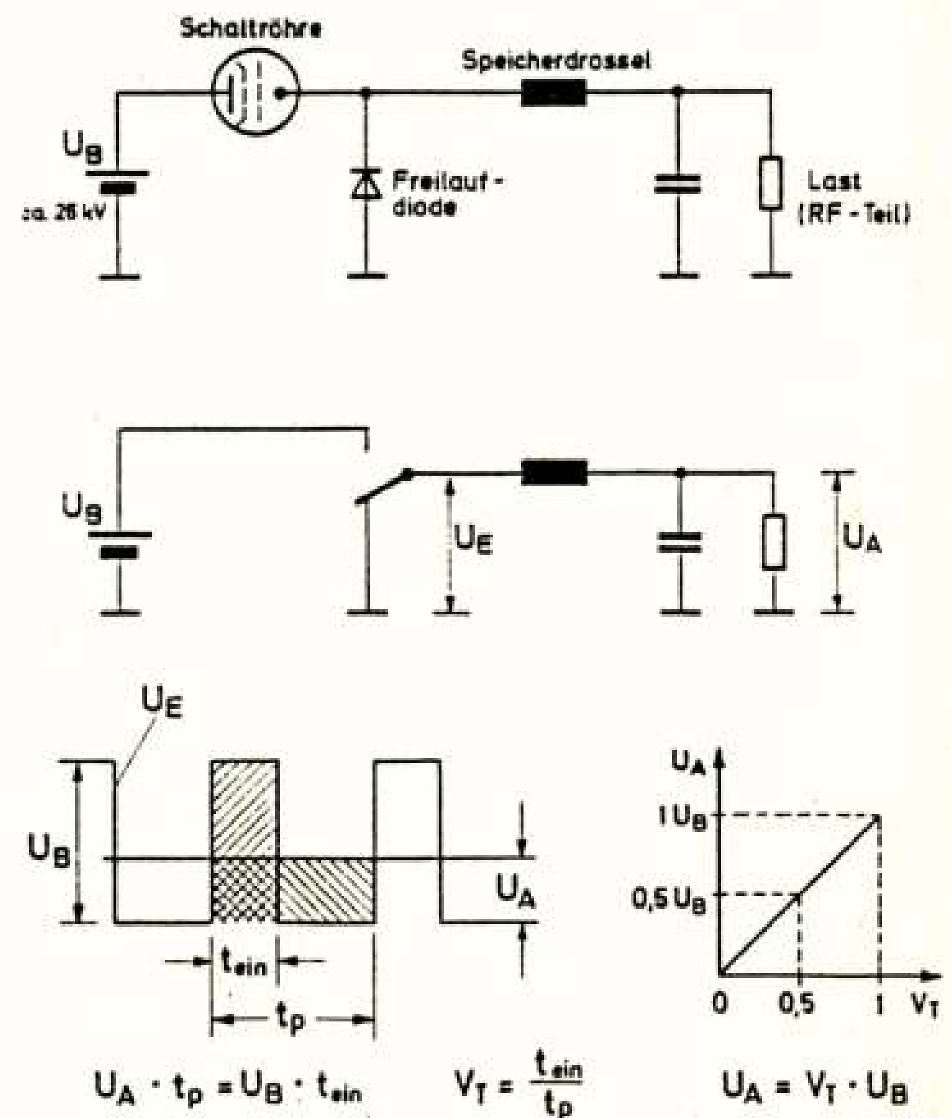


Bild 2: Pulsdauermodulator (PDM) Grundschaltung

Bild 2 zeigt die PDM-Grundschaltung. Der Leistungsteil des Modulationsverstärkers besteht aus den 4 Bauelementen Schaltröhre, Freilaufdiode, Speicherdrossel und Siebkondensator. Die Schaltröhre und die Freilaufdiode arbeiten als Umschalter. Schaltet die Röhre ein, dann fließt Strom von der Batterie durch die Röhre und die Speicherdrossel in den Lastwiderstand. Dabei wird in der Speicherdrossel Energie gespeichert. Sperrt die Röhre, dann verursacht die in der Drossel gespeicherte Energie, daß ein gleich großer Strom durch die Freilaufdiode und die Speicherdrossel in den Widerstand fließt. Die Schaltfrequenz ist 54 kHz (6·9). Die zwischen Schaltröhre und Freilaufdiode liegende Spannung U_E (Mittelkontakt des Umschalters) ändert sich zwischen O Volt und Batteriespannung U_B. Das Verhältnis zwischen Batterieeinschaltzeit und Gesamtzeit der Periodendauer bestimmt die Höhe der Ausgangsspannung. Man spricht vom Tastverhältnis V_T oder der relativen Einschaltzeit. Da die Spannungszeitflächen $U_B \cdot t_{ein}$ und $U_A \cdot t_p$ gleich sind, ändert sich die Ausgangsspannung proportional mit dem Tastverhältnis V_T. Die Grenzwerte sind $V_T = O$ oder Röhre dauernd gesperrt und $V_T = 1$ oder Röhre dauernd eingeschaltet.

Bei $V_T = O$ ist damit die Ausgangsspannung null, und bei $V_T = 1$ ist die Ausgangsspannung gleich der Batteriespannung.

Die Speicherdrossel und der Siebkondensator bilden einen Tiefpaß, der von der Spannung U_E nur den Gleichspannungsanteil U_A durchläßt. Die Wechselspannungsanteile der Schaltschwingung und deren Oberwellen werden dagegen gesperrt. Folglich fließt nur ein Gleichstrom durch die Drossel. Die Größe des Stromes wird durch die Ausgangsspannung U_A und den Lastwiderstand bestimmt. Da sich die Ausgangsspannung U_A proportional mit dem Tastverhältnis V_T ändert, ändert sich bei konstantem Lastwiderstand auch der Strom proportional mit V_T.

Bilden Röhre und Freilaufdiode einen idealen Umschalter, dann ist bei einem Wicklungswiderstand von O Ω der Übertragungswirkungsgrad des Modulationsverstärkers 100 %. Durch Umschaltverluste, störende Kapazitäten, Restspannungen und den Drosselwiderstand erreicht man in der Praxis einen Übertragungswirkungsgrad von ca. 95 %.

Bild 3 zeigt die Umformung des Modulationssignals in ein pulsdauermoduliertes Signal. Das Modulationssignal kann in der einfachsten Form, wie links im Bild gezeigt, eine Gleichspannung sein. Ein Komparator vergleicht die Gleichspannung mit einer dreieckförmigen Abtastspannung. Ist die Gleichspannung positiver als die Abtastspannung, dann gibt der Komparator eine positive Spannung ab, mit der die Schaltröhre eingeschaltet wird.

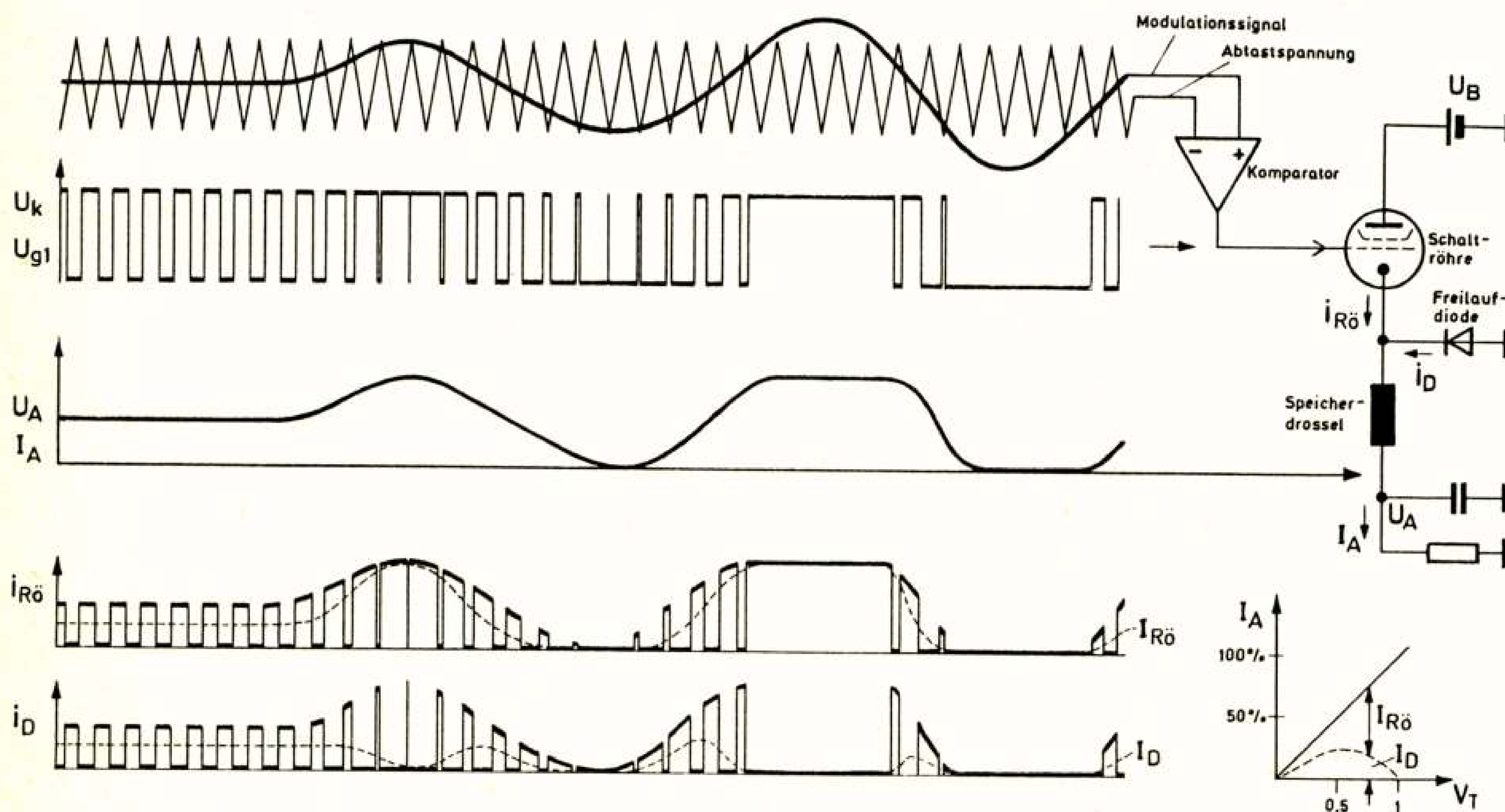


Bild 3: PDM-Signalaufbereitung Trägerbetrieb und Modulation

Ist die Gleichspannung negativer als die Abtastspannung, dann gibt der Komparator eine negative Spannung ab, mit der die Schaltröhre gesperrt wird. Verschiebt man die Gleichspannung von der unteren Spitze der Abtastspannung zur oberen Spitze, dann ändert sich die positive Tastlage der Komparator-Ausgangsspannung und damit die relative Einschaltzeit der Schaltröhre von O % nach 100 %. Ein Tastverhältnis von 1:1 oder V_T = O,5 ist eingestellt, wenn die Gleichspannung, wie links im Bild 3 dargestellt, in der Mitte der Abtastspannung liegt. Das Tastverhältnis der Komparator-Ausgangsspannung und die Ausgangsspannung U_A ändern sich linear mit der Verschiebung der Gleichspannung, wenn die Flanken der Abtastspannung geradlinig sind. Liegt die Gleichspannung an der unteren Spitze der Abtastspannung, dann ist die Ausgangsspannung U_A = null. Liegt die Gleichspannung an der oberen Spitze der Abtastspannung, dann ist die Ausgangsspannung U_A gleich der Batteriespannung U_B. Liegt die Gleichspannung in der Mitte der Abtastspannung, dann ist die Ausgangsspannung U_A gleich der halben Batteriespannung U_B. In Bild 3 sind auch die Zeitfunktionen für den Röhrenstrom $i_{Rö}$ und den Diodenstrom i_D dargestellt. Die Spitzenwerte sind gleich dem Ausgangsstrom I_A. Da die Röhre und die Freilaufdiode wie ein Umschalter arbeiten, fließt entweder nur Röhrenstrom oder Diodenstrom.

Durch Verschieben der Gleichspannung wird die Ausgangsspannung U_A und damit die Trägerleistung des RF-Teils eingestellt. Dadurch ist bei hohem Wirkungsgrad eine Leistungsregelung oder -reduzierung möglich.

Überlagert man - wie in der Mitte von Bild 3 gezeigt - der Gleichspannung eine Wechselspannung, dann ändert sich das Tastverhältnis der Komparatorausgangsspannung mit dem Momentanwert des Modulationssignals. 100 % Modulationsgrad sind erreicht, wenn sich das Modulationssignal zwischen der oberen und der unteren Spitze der Abtastschwingung ändert. In diesem Fall ändert sich das Tastverhältnis von V_T = O bis V_T = 1. Die Ausgangsspannung U_A ändert sich dann ebenfalls zwischen O und 100 % von U_B. Die Amplituden der abwechselnd fließenden Ströme $i_{Rö}$ und i_D ändern sich mit dem Modulationssignal. Da der Diodenstrom i_D bei V_T = O und bei V_T = 1 null ist, sieht man, daß beim Diodenstrom der Grundwellenanteil der Modulationsfrequenz nicht enthalten ist.

Tastverhältnisse unter V_T = O und über V_T = 1 sind nicht möglich. Die Schaltröhre kann höchstens dauernd leitend oder dauernd gesperrt sein. Daraus ergibt sich ein natürliches Begrenzungsverhalten des Modulationsverstärkers. Wird die Amplitude des Modulationssignals - wie in Bild 3 dargestellt - größer als die Amplitude der Abtastspannung, dann bleibt das Tastverhältnis V_T so lange 1, wie das Modulationssignal positiver als die Abtastspannung ist. Das Tastverhältnis bleibt so lange O, wie das Modulationssignal negativer als die Abtastspannung ist. Die Ausgangsspannung wird trapezförmig, und die Ströme $i_{Rö}$ und i_D fließen nur noch abwechselnd in den Trapezflanken.

Die bisher vorgestellte PDM-Grundschaltung eignet sich hervorragend zum Verständnis des Modulationsverfahrens, sie ist aber für die Praxis unbrauchbar. An dem Verbindungspunkt zwischen Schaltröhre und Freilaufdiode in Bild 2 liegt die Spannung U_E mit einer sehr hohen Flankensteilheit. Um eine Zusatzbelastung der Röhre, verbunden mit einer Verschlechterung des Wirkungsgrades und einer Erhöhung des Klirrfaktors, zu vermeiden, muß der Verbindungspunkt so kapazitätsarm wie möglich sein. 100 pF störende Schaltungskapazität verursachen bei 26 kV und 100 nsec Anstiegszeit bereits einen Impulsstrom von 26 A. Das sind 20 % der Spitzenstromaussteuerung. Bei der Grundschaltung liegt an diesem Punkt die Kathode der Röhre mit den Schaltungskapazitäten des Heiztransformators und des Netztransformators für das Schirmgitternetzgerät und die Treiberstufe. Für die Praxis muß die Schaltung geändert werden, damit die Spannung U_E an der Anode der Röhre liegt.

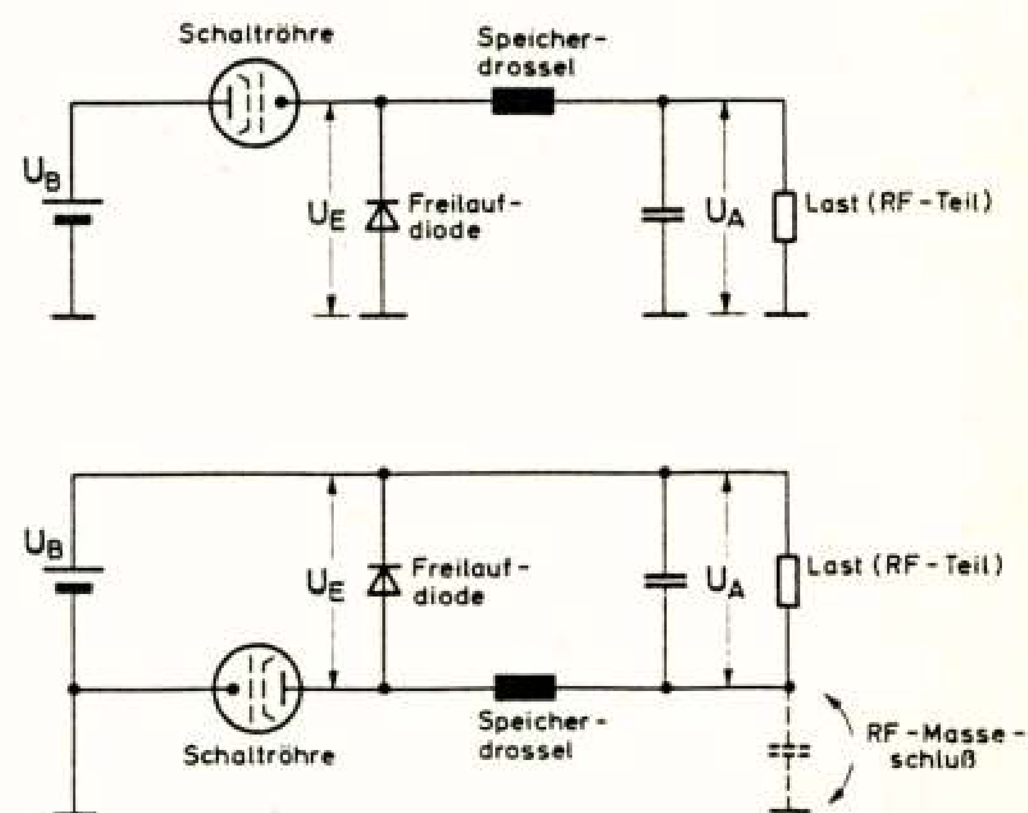


Bild 4: PDM-Grundschaltungen

Wie Bild 4 zeigt, ist es naheliegend, die Röhre an den Minuspol der Batterie anzuschließen. In diesem Fall liegt an der Anode die Schaltspannung. Vorteilhaft ist die einfache Ansteuerungsmöglichkeit der Röhre, da die Kathode auf Masse bezogen ist. Viel größer ist jedoch der Nachteil, daß der Lastwiderstand, der das RF-Teil darstellt, am Pluspol der Batterie liegt. Zumindest bei Kurzwellensendern größerer Leistung bereitet es Schwierigkeiten, die Kathoden und Gitter der RF-Röhren ausreichend niederohmig und störresonanzfrei auf Masse zu beziehen.

Es muß also eine Schaltung gefunden werden, bei der der Lastwiderstand auf Masse bezogen ist und die Spannung U_E an der Anode der Schaltröhre liegt. Diese Forderung wird von der PANTEL-Schaltung erfüllt.

Die PANTEL-Schaltung

Die PANTEL-Schaltung ist, wie Bild 5 zeigt, eine Abwandlung der PDM-Grundschaltung. Ersetzt man die Drossel durch eine Speicherspule mit zwei galvanisch getrennten und induktiv gut gekoppelten Wicklungen, dann kann man die Schaltröhre und die Freilaufdiode getrennt an die Speicherspule anschließen. Schaltet die Röhre ein, dann fließt Strom von der Batterie nur durch eine Wicklung der Speicherspule zum Lastwiderstand. Dabei wird in der Spule Energie gespeichert. Sperrt die Röhre, dann fließt der Strom weiter durch die Freilaufdiode und durch die zweite Wicklung der Speicherspule.

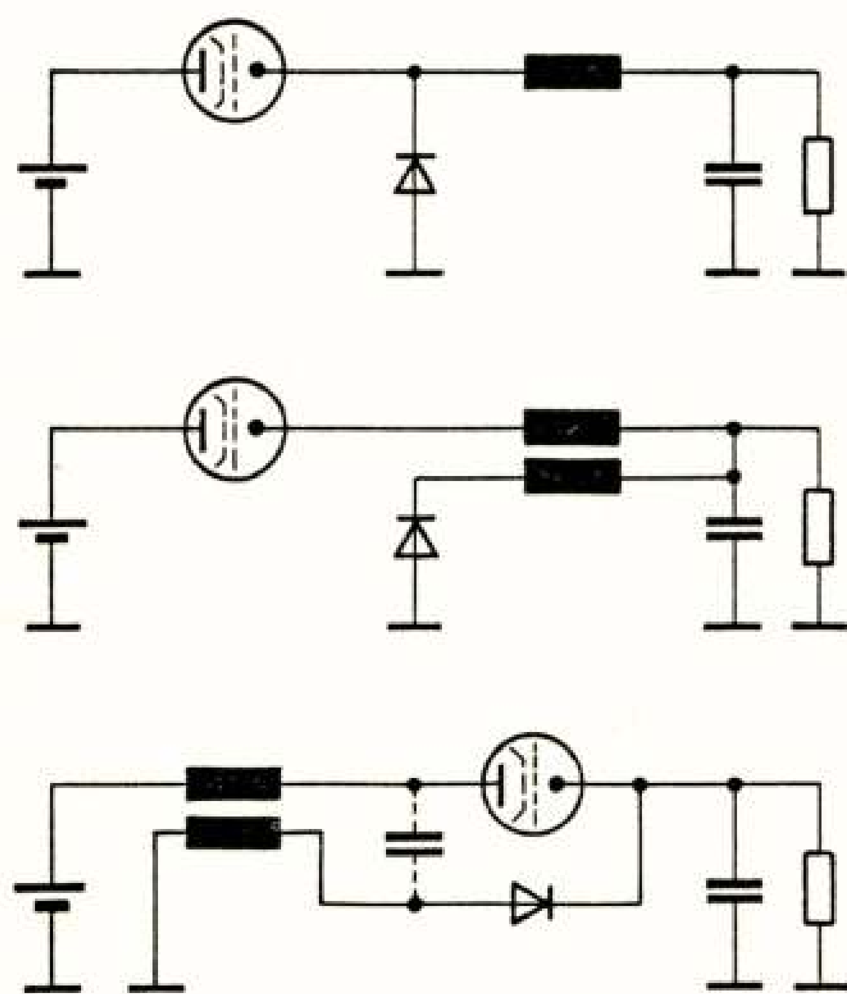


Bild 5: PDM von der Grundschaltung zur PANTEL-Schaltung

Die Reihenschaltung aus Schaltröhre und einer Spulenwicklung sowie Freilaufdiode und der anderen Spulenwicklung kann man vertauschen. Dadurch erhält man die PANTEL-Schaltung, bei der eine Wicklung der Speicherspule an der Batterie und die andere Wicklung an Masse liegt. Die Kathoden der Schaltröhre und der Freilaufdiode können wieder zusammengefaßt werden. An dem Verbindungspunkt liegt jetzt die Ausgangsspannung U_A. Wie Bild 6 zeigt, liegt an den Anoden von Freilaufdiode und Schaltröhre die steilflankige Schaltspannung U_E, der die Ausgangsspannung U_A überlagert ist. An der Anode der Röhre kommt noch die Batteriespannung U_B hinzu.

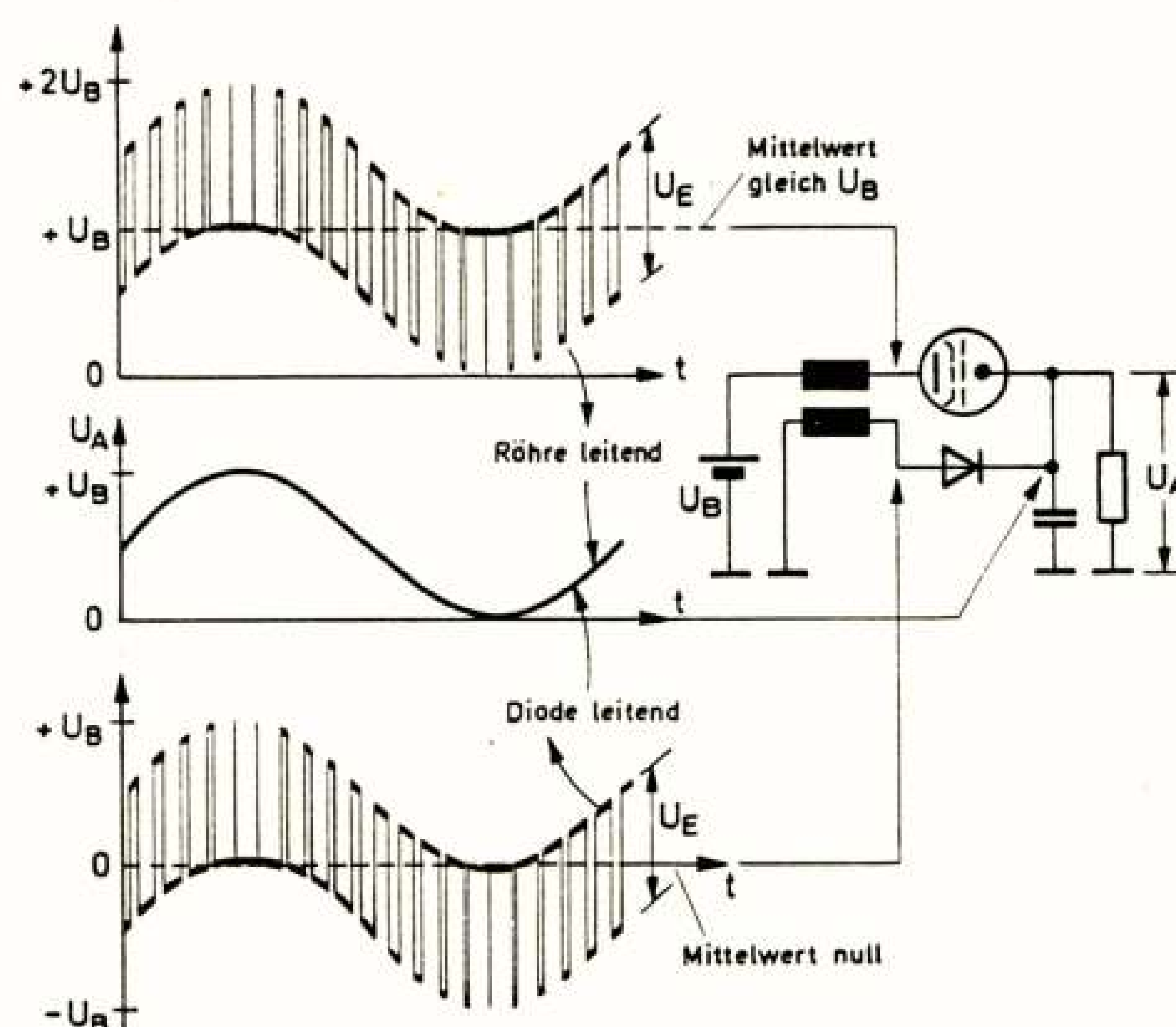


Bild 6: Spannungen an der Speicherspule

Die Wicklungskapazität zwischen Eingang und Ausgang der Speicherspule muß möglichst klein sein. Die Kapazität zwischen den Wicklungen spielt keine Rolle, wenn die Drossel aus zwei übereinandergewickelten, einlagigen Wicklungen besteht. In diesem Fall ist die Spannung zwischen den übereinanderliegenden Windungen, unabhängig vom Schaltzustand, eine Gleichspannung in der Größe von U_B.

Der Strom, der durch die Schaltröhre fließt, ändert in Abhängigkeit von der Modulationsschwingung seinen Spitzenwert. Um die Röhre bei zulässiger Schirmgitterverlustleistung richtig durchzuschalten, muß wie bei der RF-Endstufe mitmoduliert werden. Bei der Schaltröhre erfolgt die Mitmodulation am Steuergitter. Die Notwendigkeit der Mitmodulation ist aus Bild 7 zu ersehen. Dargestellt sind die Kennlinienfelder $I_a = f(U_a)$ und $I_{g2} = f(U_a)$.

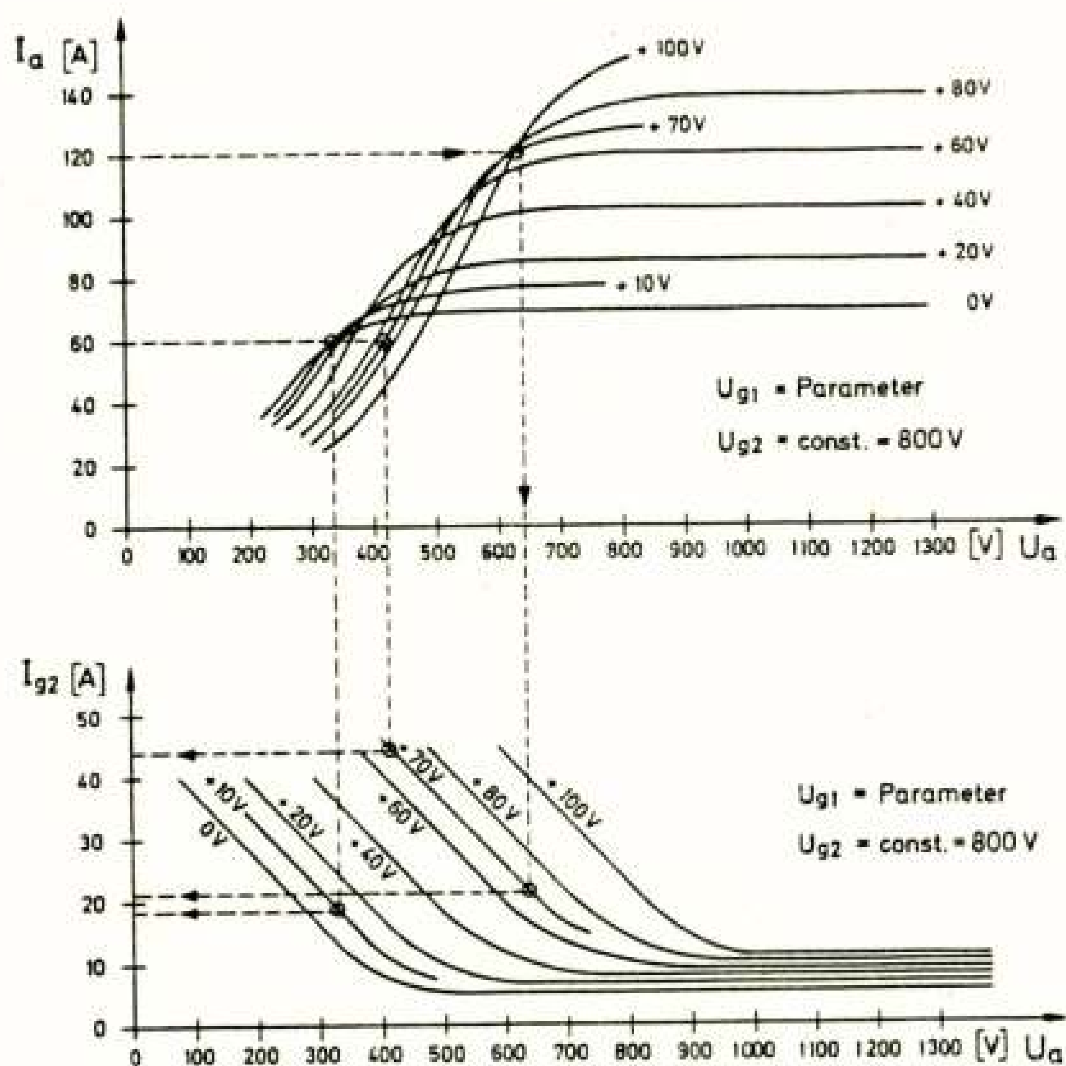


Bild 7: Kennlinienfelder der Schaltröhre

Um bei 120 A die Röhre richtig durchzuschalten, muß die Gitterspannung +70 V betragen. In diesem Betriebszustand fließt ein Schirmgitterstrom von ca. 21 A. Ohne Mitmodulation würde bei 60 A Anodenstrom (RF-Trägerleistung)der Schirmgitterstrom auf über 40 A ansteigen. Die Schirmgitterverlustleistung ist in diesem Fall zu hoch. Reduziert man die Gitterspannung auf +10 V, dann beträgt der Schirmgitterstrom nur noch 19 A. Die Anodenrestspannung wird sogar noch niedriger, da die R_{IL}-Gerade in Wirklichkeit aus ineinander verschlungenen Kennlinien besteht. Ohne Anodenstrom muß die Gitterspannung sogar negativ werden.

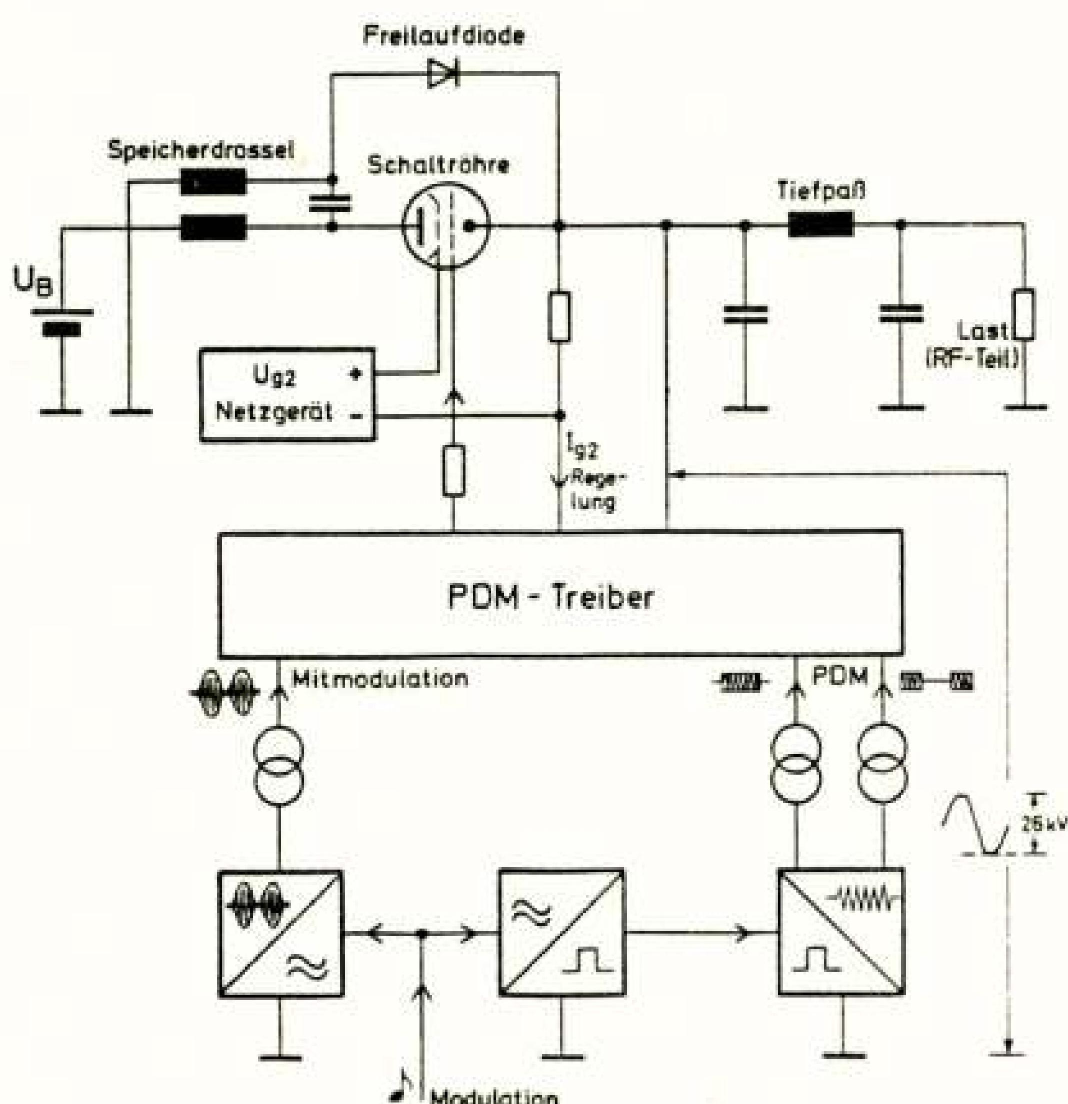


Bild 8: PDM Ansteuerung der Schaltröhre

Die Ansteuerung des Gitters der Schaltröhre erfolgt mit dem PDM-Treiber (Bild 8). Gemeinsames Bezugspotential ist die Kathode der Röhre.

Da die Kathodenspannung bei Modulation zwischen O und 26 kV gegen Masse schwankt, muß die Ansteuerung des PDM-Treibers potentialfrei erfolgen. Es wurde ein induktives, trägerfrequentes Übertragungsverfahren gewählt, das ausreichend große Empfangspegel garantiert. Das PDM-Signal wird in 2 Kanälen normal und invers übertragen. Durch geeignete Signalzusammensetzung im PDM-Treiber werden störende Modulationseffekte unterdrückt, und man erreicht einen sehr guten Fremd- und Geräuschspannungsabstand. Die Mitmodulation wird in einen 3. Kanal mit Amplitudenmodulation übertragen. Die 3 Potentialtrennübertrager haben sich im Betrieb als sehr zuverlässig erwiesen. Die Prüfspannung ist viermal höher als die im Betrieb maximal anliegende Spannung. Trotz hoher Spannungssicherheit ist der Übertrager mechanisch so ausgebildet, daß im Fall eines Durchschlages keine gefährlichen Störspannungen in die angeschlossenen Schaltungen gelangen können. Aus den Kennlinienfeldern in Bild 7 ist zu erkennen, daß geringfügige Gitterspannungsänderungen große Schirmgitterstromänderungen zur Folge haben. Um eine Gitterspannungsänderung, z. B. durch Temperatur oder Alterung, auszugleichen, wird der Schirmgitterstrom geregelt.

AUSBLICK

Die erwarteten Qualitätswerte wurden erfüllt. Der Wirkungsgrad lag mit 4 Prozentpunkten über den Garantiewerten. Beim 600-kW-MW-Sender wurde bei m = 0,5 ein Gesamtwirkungsgrad von 73 % gemessen. Das sind 14 Prozentpunkte mehr als bei einem vergleichbaren Sender mit Anoden-B-Modulation der vorausgegangenen Sendergeneration.

Der Vorteil des PANTEL-Verfahrens, neben dem Modulationssignal auch Gleichspannung zu verstärken, eröffnet Anwendungsmöglichkeiten, die mit der bekannten Anoden-B-Modulation nicht möglich waren. Erwähnt wurde bereits die Möglichkeit der RF-Leistungsregelung und der RF-Leistungsreduzierung.

Geplant ist der Einsatz des PANTEL-Verfahrens bei vorstufenmodulierten Einseitenbandsendern und bei der dynamikgesteuerten PDM.

Der Wirkungsgrad von vorstufenmodulierten Einseitenbandsendern ist schlecht, weil die RF-Endstufe bei

konstanter Anodenspannung im AB-Betrieb mit überwiegend niedriger Aussteuerung arbeitet. Um den Wirkungsgrad zu verbessern, wird die Anodenspannung der RF-Endstufe mit der Hüllkurve des RF-Signals moduliert. Dadurch arbeitet die RF-Endstufe mit weniger Restspannung.

Die dynamikgesteuerte PDM ist eine Kombination des PANTEL-Verfahrens mit einer Steuerung der RF-Trägerleistung in Abhängigkeit von der Modulationsdynamik. Dieses Verfahren ist zur Zeit noch im Entwicklungsstadium. Grundlagenuntersuchungen haben jedoch gezeigt, daß es ohne hörbare Qualitätseinbuße bei den heute üblichen Empfängerschaltungen einsetzbar ist. Messungen von Rundfunkprogrammen haben ergeben, daß der über einen längeren Zeitraum gemittelte Modulationsgrad weniger als 25 % beträgt. Bei 25 % sind nur 3 % der vom Sender abgestrahlten Energie als Informationsinhalt in den Seitenbändern enthalten.

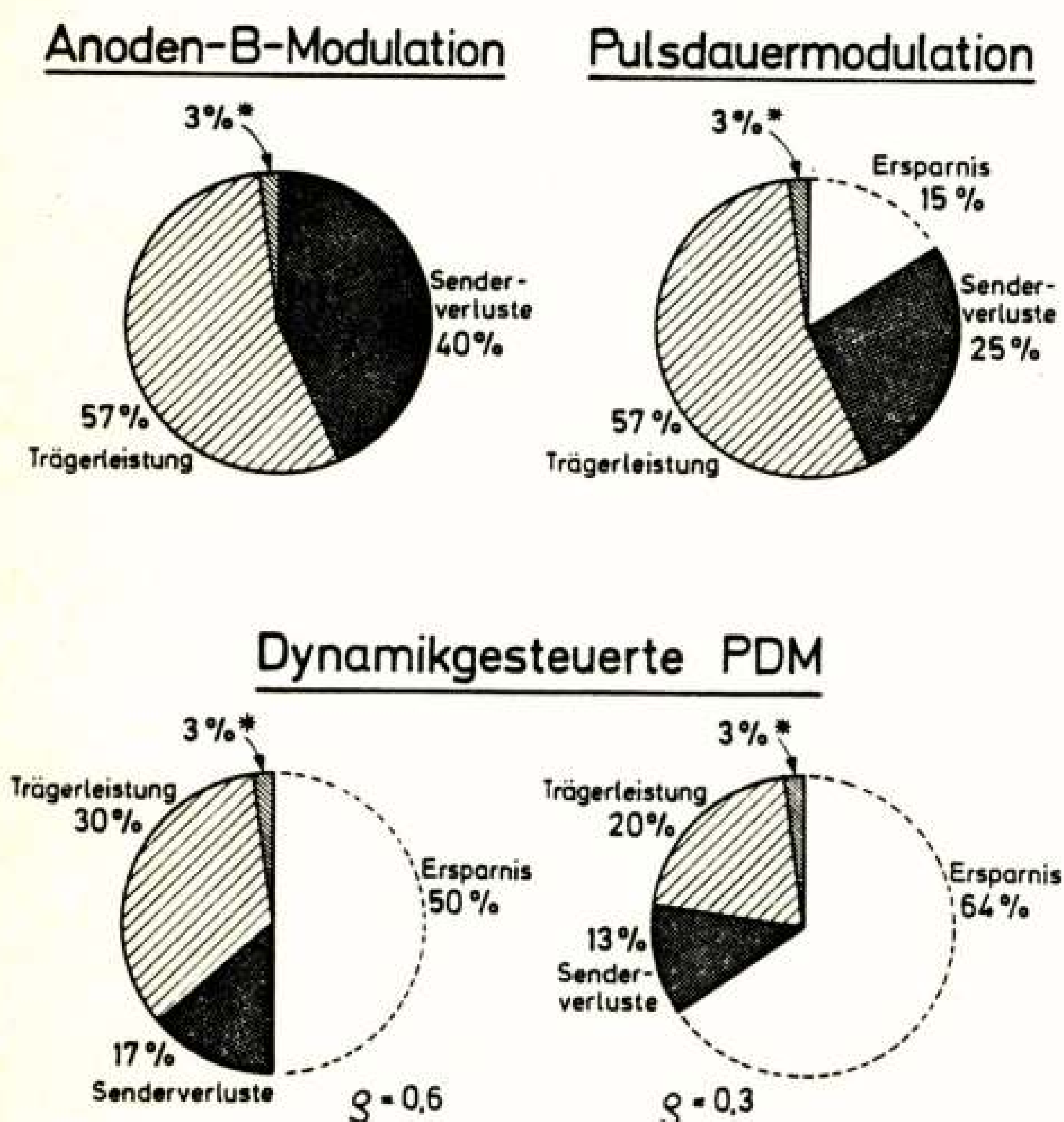


Bild 9: Energieaufteilung bei verschiedenen Modulationsverfahren

In Bild 9 wird der Energieverbrauch von Sendern mit unterschiedlichen Modulationsverfahren gegenübergestellt. Die Energieaufnahme wurde bei der Anoden-B-Modulation mit 100 % angenommen. Die Seitenbandleistung ist für alle Modulationsverfahren gleich und auf einen mittleren Modulationsgrad von 25 % bezogen. Aus Bild 9 ist zu entnehmen, daß mit einem PANTEL-Modulator der Sender bei gleicher Sendeleistung ca. 15 % weniger Energieverbrauch hat als mit Anoden-B-Modulation. Hörtests haben ergeben, daß man ohne merkliche Verschlechterung der Übertragungsqualität die Trägerspannung ohne Modulation auf 60 % des Maximalwertes reduzieren kann. Bei 30 % sind die Einflüsse wahrnehmbar, aber nicht störend. Die Seitenbandleistung bleibt unverändert. Die mittlere Trägerleistung wird jedoch viel kleiner. Die Energieersparnis steigt, verglichen mit der Anoden-B-Modulation, auf ca. 50 % bis 65 %. Der Trägerrestwert wird zwischen 100 % und 30 % einstellbar sein. Die Empfindlichkeit gegen Störsender ist abhängig von der Modulationsart des Störsenders. Messungen haben ergeben, daß für einen normal modulierten Störsender die Störempfindlichkeit des Nutzsenders um maximal 1,3 dB für 60 % Restträger und maximal 4 dB für 30 % Restträger zunimmt. Arbeitet der Störsender jedoch selbst mit Trägersteuerung, dann kann die Störempfindlichkeit des Nutzsenders sogar bis zu 10 dB verbessert werden.

Absorbtionsfading hat auf die dynamikgesteuerte PDM bei ausreichender Empfangsspannung keinen Einfluß. Bei zu kleiner Empfangsspannung tritt eine Empfangsbeeinträchtigung des normal modulierten Senders und auch des dynamikgesteuerten Senders auf.

Bei selektivem Fading treten auch ohne Dynamiksteuerung Empfangsstörungen auf, die sich mit Dynamiksteuerung noch etwas erhöhen. Da das selektive Fading außerhalb des Versorgungsbereiches des Senders liegt, ist der Einfluß von untergeordneter Bedeutung.

Im Zusammenhang mit der Energieeinsparung vermindert sich die Belastung der Leistungsbauelemente des Senders, die für einen Betrieb ohne Trägersteuerung dimensioniert werden müssen. Als erfreuliche Begleiterscheinung führt die Verlustleistungsreduzierung zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit.

Die diesem Bericht zugrundeliegenden Arbeiten wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie gefördert. Der Bundesminister für Forschung und Technologie übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter.

Voordracht gehouden op 17 januari 1979 in Stichthage te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 277), de IEEE Benelux sectie en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

DIRECTIONAL DUAL-FREQUENCY ANTI-FADING ANTENNA

P. Bruger and B. Waniewski

AEG-TELEFUNKEN, Transmitter Division, Germany

Voordracht gehouden op 17 januari 1979 in Stichthage te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 277), de IEEE Benelux sectie en de Sectie Telecommunucatietechniek KIVI.

INTRODUCTION

The paper describes the design of the antenna of the Netherlands' new high power MF transmitting station, now under construction. The PTT wants to serve almost the whole country with each of the two frequencies, 747 and 1008 kHz, during day and night time. The maximum carrier power of each transmitter will be 600 kW. Details of the planning are reported by Bliek (1). The radiation characteristic has to meet two requirements. The horizontal pattern shall be directional with such a shape that the highest power is radiated in those directions where there is the highest attenuation of the ground wave on the paths to the target areas near the border. The vertical pattern should be such that in the whole service area the ground wave is prevailing over the sky wave. This results in very severe restrictions imposed on high-angle radiation.

From the proposal of the PTT, a single antenna for dual-frequency operation was developed. Two single-frequency antennas would have the disadvantage of needing much more area for the antenna site. Furthermore the pattern of one antenna would be distorted by parasitic radiation from the second antenna.

The high transmitter power requires that electrostatic voltages which might cause discharges do not occur at the insulators in the guys of the masts. For this purpose a new method of insulating guys was developed.

The extensive investigations necessary for designing the antenna were only possible by using a computer program for the analysis of complex antenna structures.

IDEA AND RESULTS

Horizontal Pattern

The results of the Geneva LF/MF Broadcasting Conference allow the station to radiate with nondirectional patterns on both frequencies. For the economical reason not to waste energy, the horizontal patterns shall be directional and equal for both frequencies. A broad main beam is specified with nearly constant field strength in the 180 degrees sector between 43° and 223° east of true north, the field strength decreasing to a broad minimum of -10 dB, relative to the maximum, in the azimuth 313°. This can easily be achieved by using two masts with a spacing of 103 m, which is equivalent to 92° for 747 kHz and 125° for 1008 kHz. Feeding is provided for each mast. Suitable amplitudes and phases of the currents lead to patterns fulfilling the requirements, as shown in Fig. 1.

Vertical Patterns

The service area of the antenna extends from the station to a maximum distance of 160 km. At night the whole range shall be served with the ground wave, producing a field strength at least 8 dB higher than the median value of the sky wave. For obtaining sufficiently small sky wave field strengths the high-angle radiation has to be restricted within the sector of elevation angles between 50° and 90°. The lowest radiation intensity is required at 50°. The limits for E- and F-mode propagation taken from reference (1) are shown in Fig. 2. Such vertical patterns are produced by vertical radiators with a height of approximately $\lambda/2$, having a current distribution with a null in a small distance above the ground, shown in principle in Figs. 3(b) and 3(c). To obtain a deep null in the vertical pattern, which is only slightly filled-in, the null in the current distribution must also be very deep. Base feeding would result in a fill-in of the pattern null inadmissible at 1008 kHz.

Consequently, the masts are sectionalized and fed at a height of 90 m. The more complicated technique of feeding a mast at the base as well as at medium height is not employed. The shapes of the vertical patterns achieved with one elevated feed point perfectly meet the anti-fading specifications. The radiation angle, where the vertical pattern has its null, depends on the height of the null in the current distribution. When investigating the vertical patterns, we need only consider one mast, because the vertical patterns of both masts are nearly equal, due to very similar current distributions. In order to get the required height of the null in the current distribution, a certain base reactance is needed for each frequency. Similar performance necessitates effective heights of the radiator at both frequencies equivalent to the same fraction of the wavelength. Especially the input impedance, which should have values close to the characteristic impedance of the feeder line running up the lower section of the mast, is very sensitive to changes in the mast height. The different heights are obtained by using a sort of detuning sleeve at the upper part of the mast. The design in principle is shown by Fig. 3.

The radiator is a lattice mast, 195 m high, surrounded by a cage of six aluminium ropes arranged cylindrically with a radius of 5 m. The mast is grounded at the base and divided into two sections, with an insulator at the feed point at the height of 90 m.

The cage around the upper section extends from the feed point, above which it is connected with the mast, to the height of 165 m. As a result, the cage has a length of 75 m, that is $\lambda/4$ at 1008 kHz. Consequently, the line, formed by the mast as the inner conductor and the cage as the outer conductor, short-circuited at the lower end, has infinite reactance at the upper end of the cage. In this way the top of the mast, above the end

of the cage, is disconnected from the rest of the radiator by a series reactance of infinite value performing like an open switch. So the current distribution extends essentially only up to 165 m, as shown in Figs. 3(c) and 6(b). At 747 kHz the line is shorter than $\lambda/4$ and, therefore, constitutes an inductive reactance, which acts as series inductance connecting the top part with the rest of the radiator. This results in the current distributions, shown in Figs. 3(b) and 6(a).

A cage also surrounds the lower part of the mast between the feed point and the base. At a certain height it is connected with the mast, thus short-circuiting the line formed by the mast and the cage. The length of the line below the short-circuit determines the reactances appearing at the base at both frequencies. By adjusting the length it is possible to obtain at one frequency the null at a height which can arbitrarily be fixed. To obtain the possibility of shifting the nulls independently at two frequencies, an additional reactive circuit is connected between the base of the cage and the ground independently tunable at both frequencies.

Guys of the Masts

Usually masts are guyed with steel ropes divided by insulators into sections much shorter than resonant length, so that the guy currents are negligibly small and the rf voltages across the insulators do not cause trouble. In addition to rf voltages electrostatic voltages will build-up if, during thunder storms, an electrostatic field is existing (2). The field, being homogeneous, if there are no conducting bodies, can reach field strengths in excess of 10 kV/m. In the vicinity of a grounded mast the field becomes quite inhomogeneous with high voltage gradients near the mast. Fig. 4 shows the field around one mast represented by equipotential lines, computed without taking the guys into account. The great differences between the electrostatic potentials of different sections of a guy yield very high electrostatic voltages across the insulators. A flash-over producing an ionized path at an insulator may be followed by a steady arc fed from rf power which the guy receives from the field of the antenna.

A well known method to avoid rf arcs over guy insulators is bridging them with resistors. For the antenna under construction a new method will be employed. It has the advantage of using much less insulators. The guys are not divided into sections, but insulated from the mast and the ground at the top and the bottom, respectively, see Fig. 3(d). The bottom insulator of a guy is bridged with a coil, thus connecting the rope to ground potential. As the mast is also grounded electrostatically, no electrostatic voltage can build-up across an insulator.

The main problem during the development was the difficulty of obtaining such small currents on the guys with lengths exceeding $\lambda/2$ that would not significantly affect the antenna performance. The result of many computer runs with different values of reactances over the bottom insulators is, that, for each frequency, values of reactances exist with which current distributions on the ropes with sufficiently small amplitudes and suitable phases are obtained which have only negligible influence on radiation characteristics and input impedances. Fig. 7 shows the resulting vertical patterns.

THEORETICAL WORK

For designing a well performing antenna, it was necessary to investigate many radiators differing in the heights of mast, cage and feed-point, the reactance at the base of the cage, and the reactances at the guy anchors. In each case the current distribution, the impedances and radiation patterns had to be determined.

As these investigations can hardly be carried out by experiments a computer program was used, analyzing complex antenna structures consisting of thin cylindrical conductors. By solving the integral equation of the current distribution on the conductors, the program calculates the currents at specified points. The program yields very accurate results, if the spacing of adjacent points does not exceed $\lambda/10$. At these points feed voltages may be applied, or the points may have series impedances. The program is able to treat junctions of conductors with different diameters. From the calculated currents the program determines the input impedances and radiation patterns.

The whole system, comprising the mast, the cage ropes, and the guys was calculated from the computer program. The computational model is shown in Fig. 5, the points, where the current is determined, are indicated. The results for one radiator are represented in Figs. 6 and 7. Figs. 6(a) and (b) show the currents on the mast and the cage, and the sum of both essentially responsible for the radiation characteristic. The currents on the guys. Fig. 6(c), are comparatively small. Fig. 7 shows the vertical patterns with and without the guys. The almost negligible influence of the guys is obvious.

EXPERIMENTAL WORK

Though the computer model of the antenna is fairly exact, a verification of the results by experiment was necessary. For this purpose a very true model with a scale of 1:100 was built. Vertical patterns were measured with one or two masts and their images arranged horizontally and rotated around a vertical axis. The measured patterns and impedances agreed best with those finally calculated for 199 m, when the height of the mast was reduced to 195 m. The reason for this is mainly that a cylinder was assumed for the computation, whereas a lattice structure was taken for model measurements.

For each frequency Fig. 7 shows points taken from the four quadrants of a horizontally measured vertical pattern of one radiator and its image, comprising all guys and their detuning reactances. The very close agreement with the computed patterns can be seen.

REFERENCES

1. Bliek, J.J., 1978, "Planning and system design of a new high power medium-wave transmitter station in The Netherlands", IBC 78, the same publication.

2. Bruger, P., and Waniewski, B., 1977, "Pardunenisolation von MW- und LW-Antennen", NTG-Fachberichte, 56, 55-62.

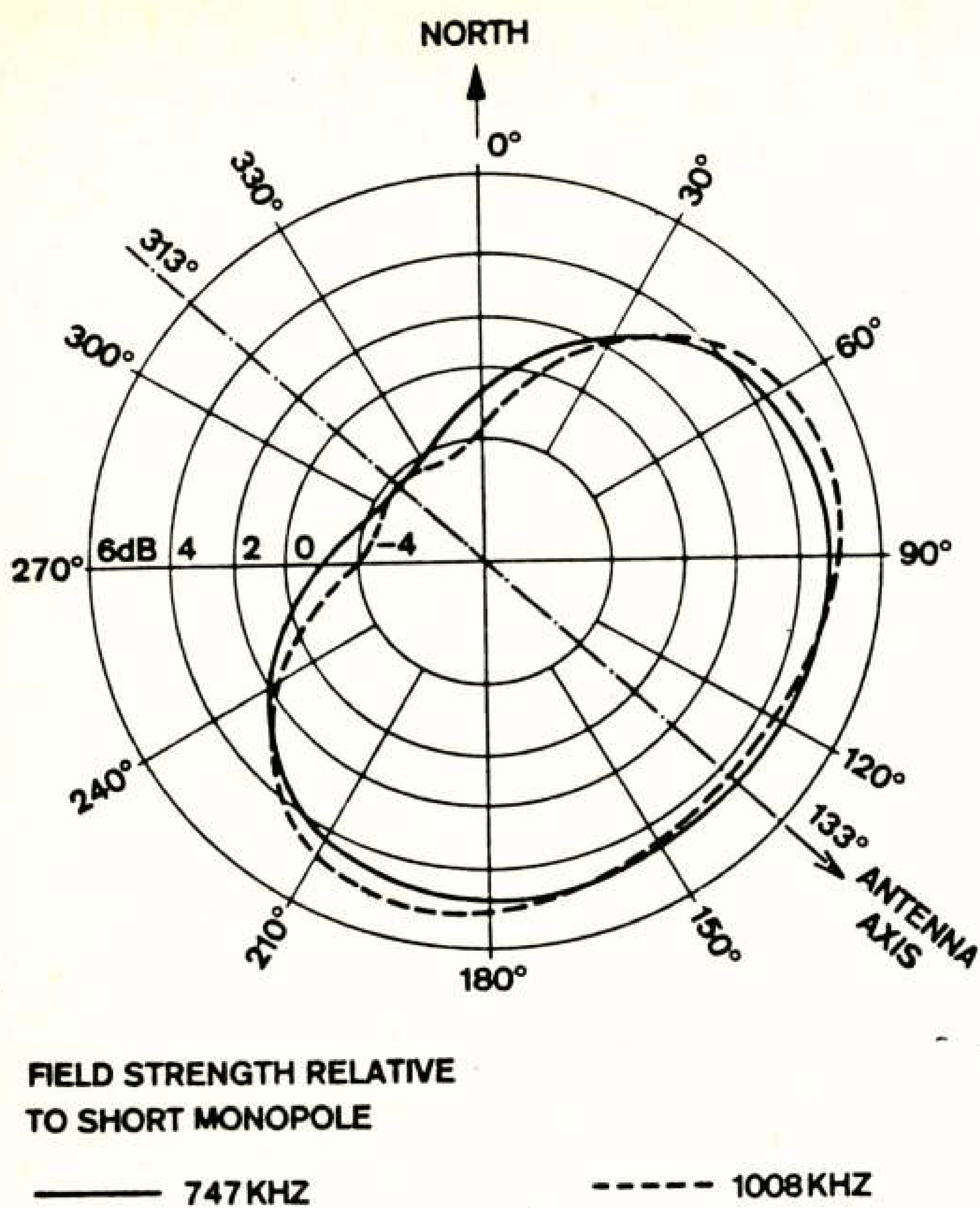


Fig.1 Horizontal patterns

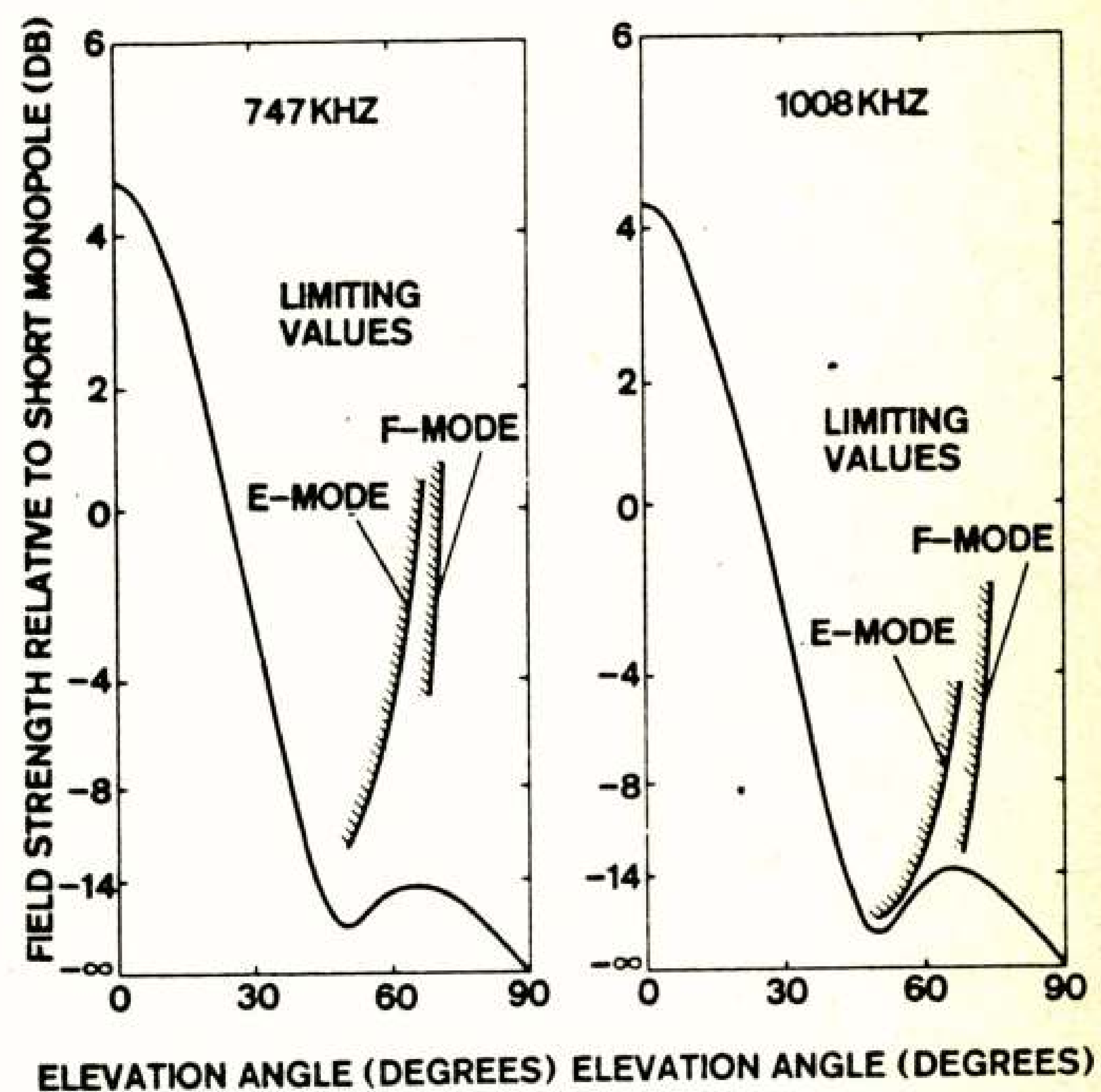
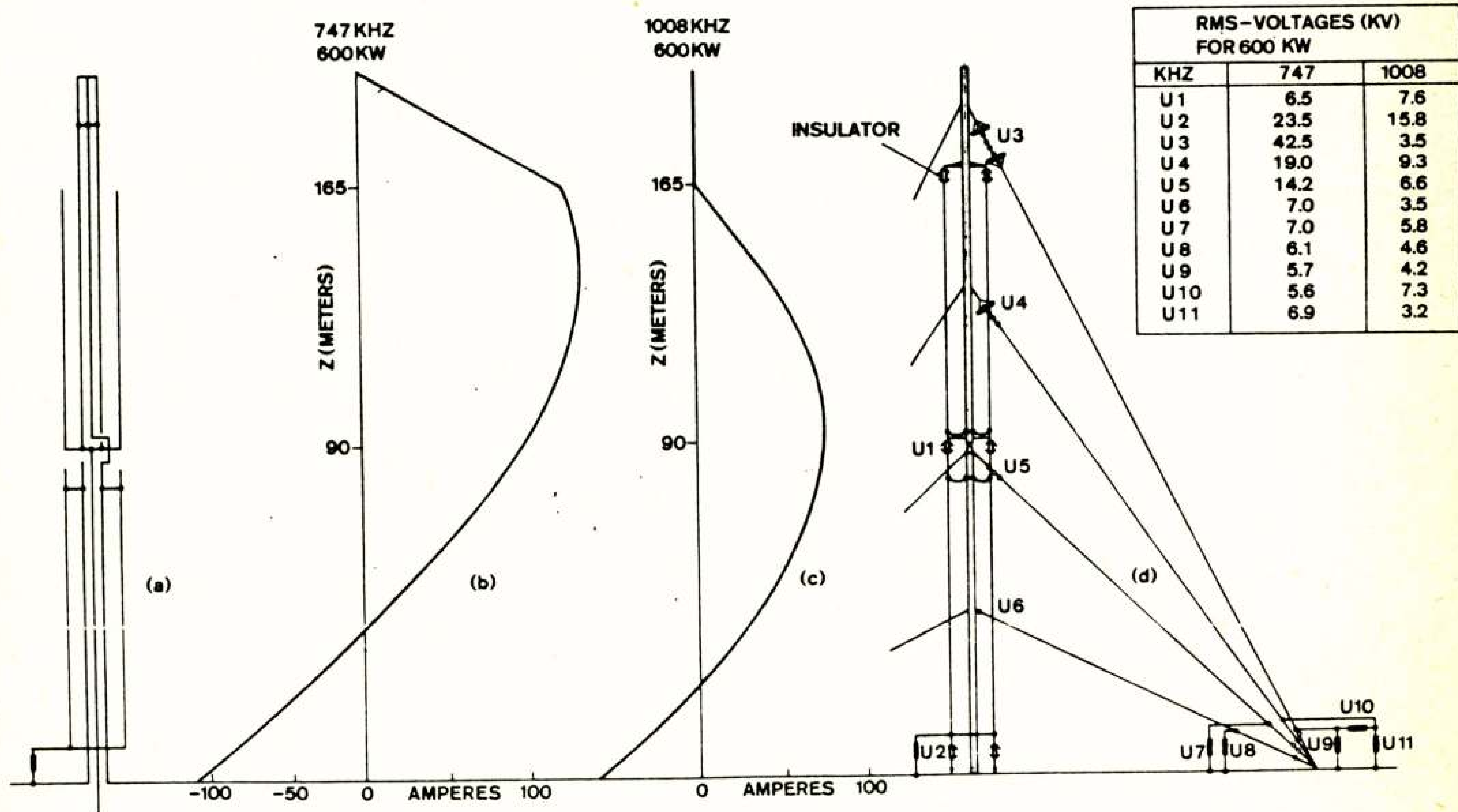


Fig.2 Vertical patterns, computed with guys, in the azimuth 133° east of true north



RMS-VOLTAGES (KV) FOR 600 KW		
KHZ	747	1008
U1	6.5	7.6
U2	23.5	15.8
U3	42.5	3.5
U4	19.0	9.3
U5	14.2	6.6
U6	7.0	3.5
U7	7.0	5.8
U8	6.1	4.6
U9	5.7	4.2
U10	5.6	7.3
U11	6.9	3.2

Fig.3 Radiator
(a) design in principle; (b),(c) current distribution in principle; (d) mast, cage and guys

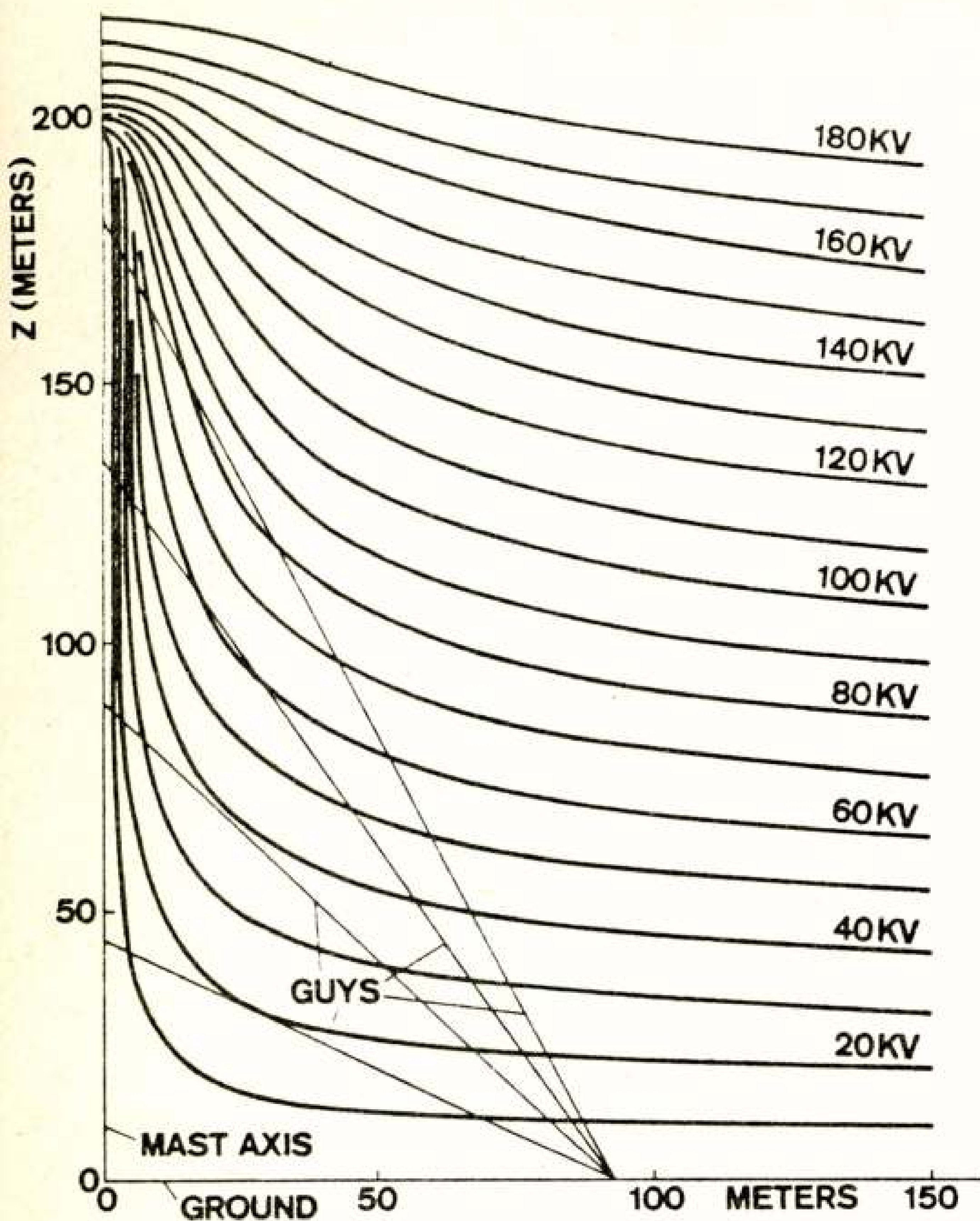


Fig.4 Equipotential lines around a mast for homogeneous static field of 1 kV/m

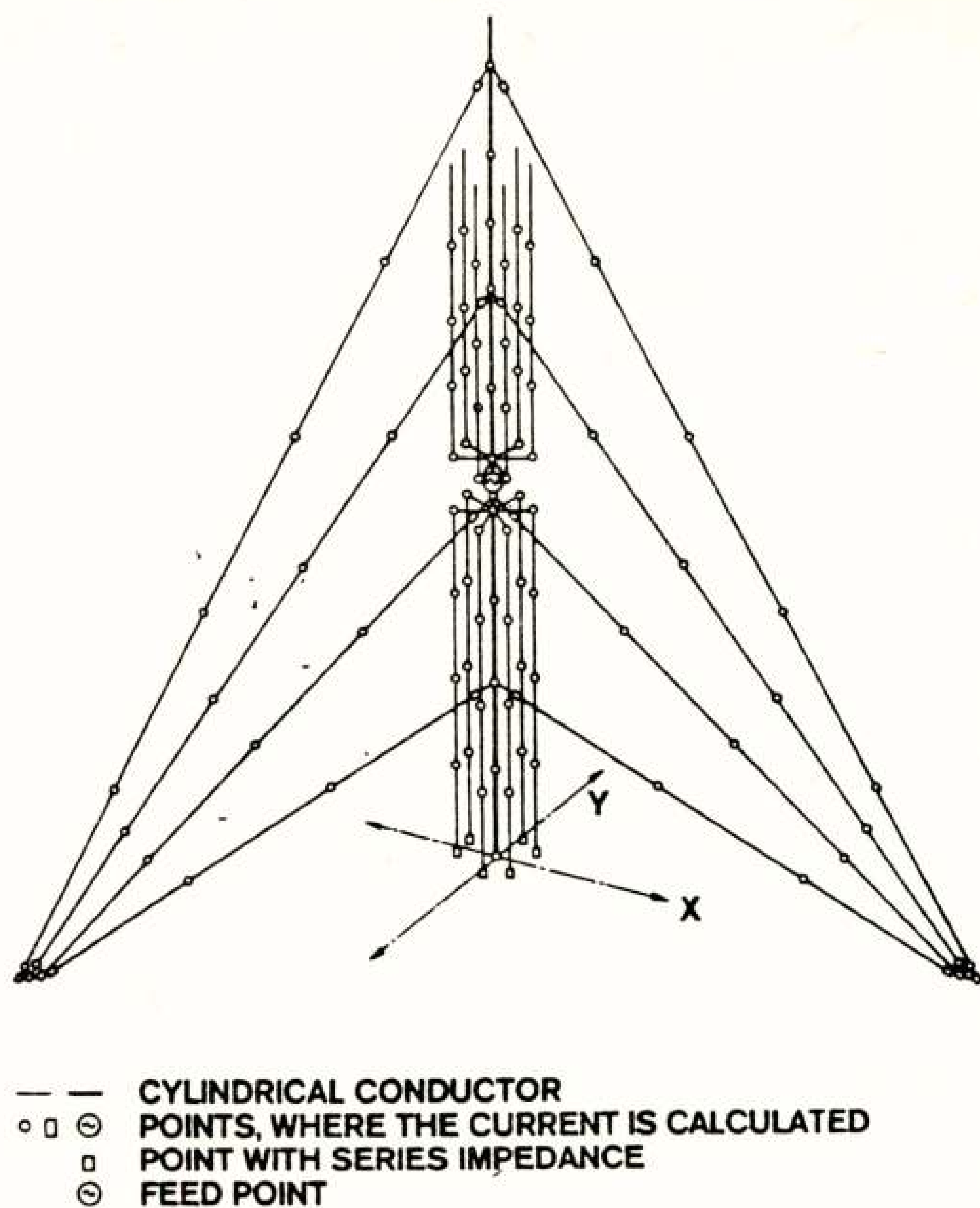


Fig.5 Computer model of a radiator

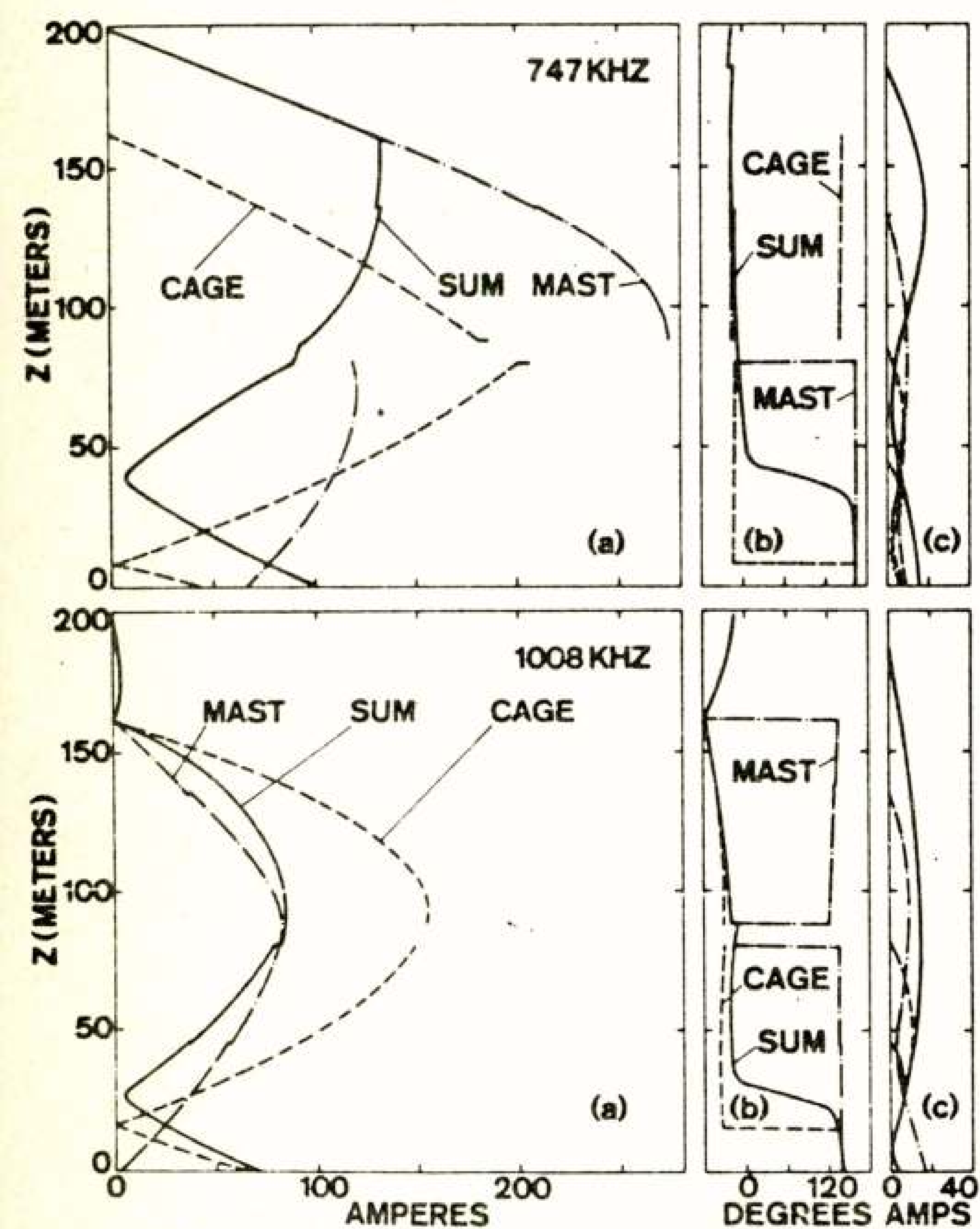


Fig.6 Magnitudes (a) and phases (b) of currents on mast and cage, magnitudes of currents on guys (c)

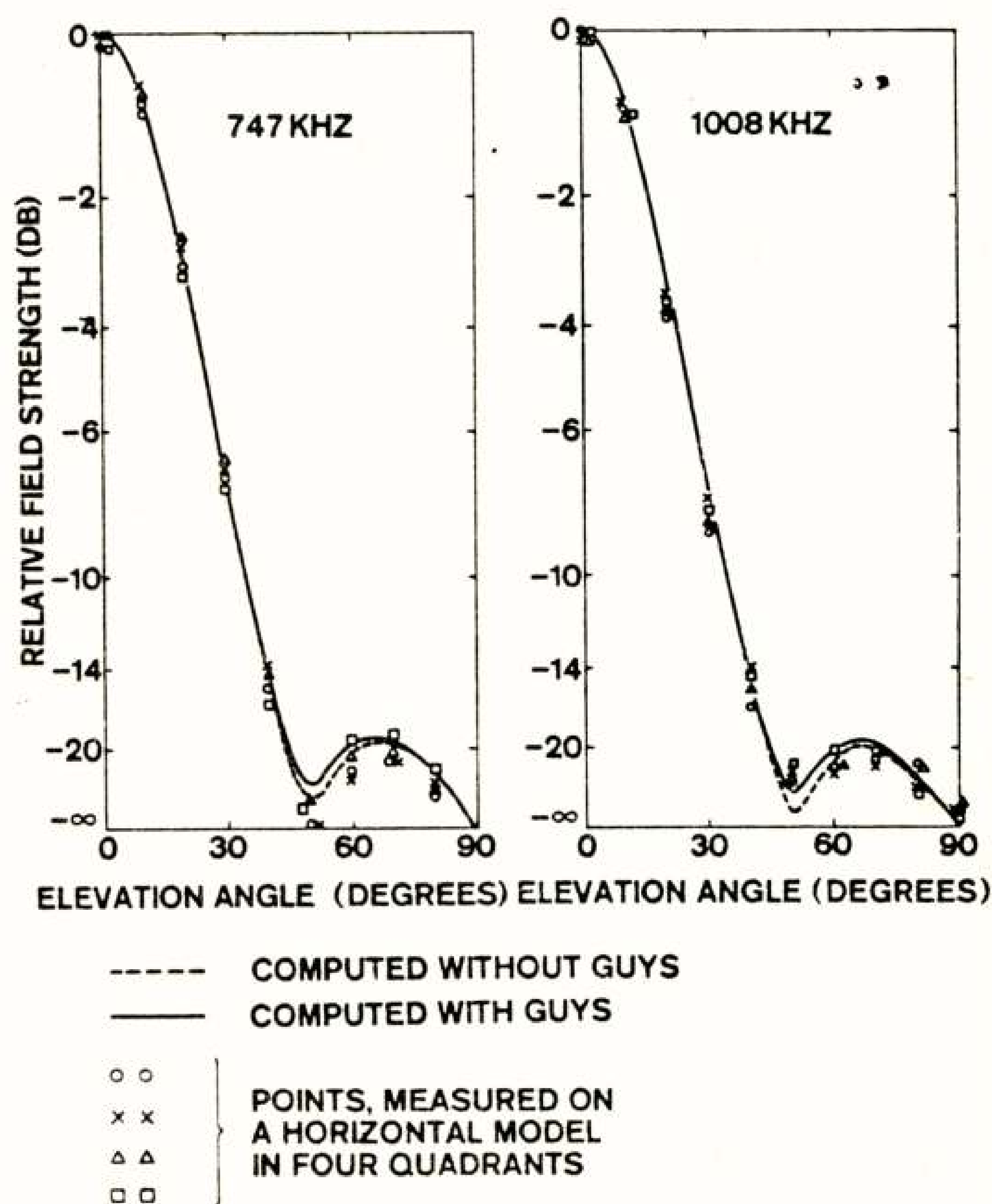


Fig.7 Calculated and measured vertical patterns

OFFICE COMMUNICATION

Prof. J.M. van Oorschot
Directeur Rijkskantoormachinecentrale - KMC 's-Gravenhage

Door de technologische ontwikkelingen op het gebied van de datacommunicatie enerzijds en door de ontwikkelingen van de VLSI (Very Large Scale Integration) technieken met name voor het gebruik van microprocessoren/-computers anderzijds, gaat de kantoorautomatisering in de komende jaren een grote evolutie doormaken.

INLEIDING

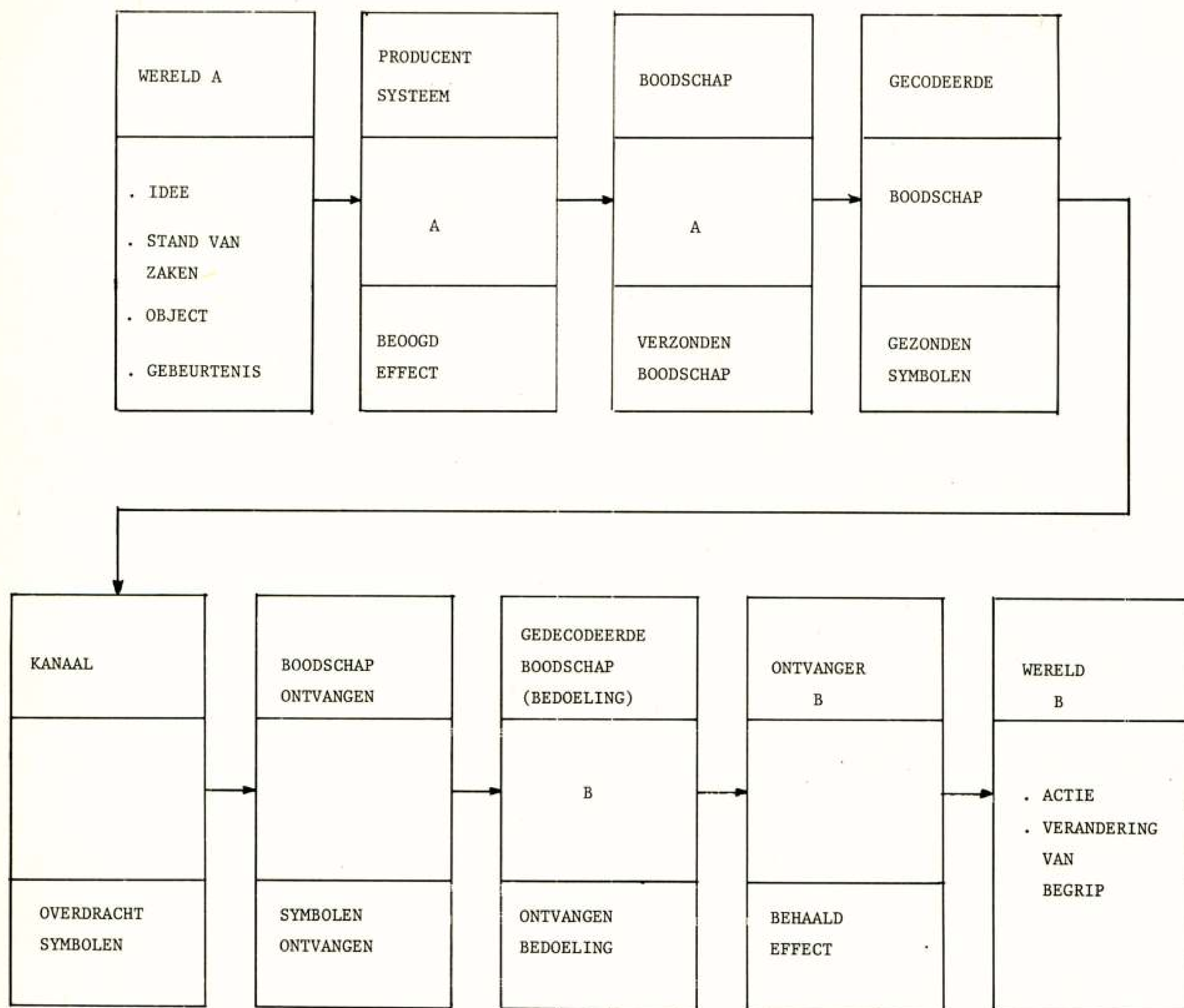
Eén van de grootste veranderingen die in het komende decennium worden verwacht in de bedrijven, heeft betrekking op de werkzaamheden die plaatsvinden in het kantoor in de meest brede betekenis van het woord.
De term kantoor in de beperkte betekenis kan worden gezien als de functie waar de gegevensverwerking plaatsvindt die nodig is om die informatie te vervaardigen om het bedrijf in kwestie te besturen.
De franse vertaling van kantoor "comptoir" geeft deze functie het beste weer.
Het begrip kantoor kan ook in een bredere contekst worden gebruikt.
We betrekken dan in deze functie alle activiteiten, die nodig zijn om tijdig en in de juiste vorm die informatie aan de functionarissen in het bedrijf en daarbuiten beschikbaar te stellen, die nodig is voor het optimaal functioneren van het bedrijf.
De communicatie speelt hierbij een grote rol of anders gezegd, het gaat hier meer om het *vertellen* dan om het *tellen*.

GESTRUCTUREERDE EN NIET-GESTRUCTUREERDE INFORMATIE

Het hierboven eerstgenoemde gebied van de kantoorarbeid wordt soms aangeduid als dat van de *gestructureerde* informatieverwerking, dit in tegenstelling tot de *niet-gestructureerde* informatieverwerking waarmede het kantoor in meer uitgebreide betekenis zich bezighoudt.
Bij gestructureerde informatieverwerking heeft ieder teken of symbool van het gegeven dat object is van de informatieverwerking *door zijn plaats* een specifieke betekenis.
Mede als gevolg hiervan kunnen op deze gegevens *logische* en *rekenkundige* bewerkingen worden uitgevoerd.
De gestructureerde gegevensverwerking is reeds geruime tijd onderwerp van systematische studie zowel in het mechanisatie- als in het automatiseringstijdperk.
Hierdoor is een *methodologie* ontstaan waardoor het mogelijk is dat systemen worden ontwikkeld die een redelijke mate van betrouwbaarheid bezitten, onderhoudbaar, uitbreidbaar en controleerbaar zijn.
Ook de ontwerpstrategie van dit soort systemen wordt allengs meer volwassen:
Er zijn methoden om de werkelijkheid formeel te beschrijven, talen om deze beschrijvingen door de computer verwerkbaar te maken en programmatuur om het geheel operationeel te maken.
Door kruisbestuiving van o.a. physische, mathematische en economische disciplines en door de structuur van het computersysteem zelf heeft deze "systeem-filosofie" duidelijk vorm gekregen en is in de ontwerp- en uitvoeringsfasen beheersbaar gebleken.
Geheel anders is dit nog bij de niet-gestructureerde gegevensverwerking, waarbij nog meer dan bij de gestructureerde gegevensverwerking, het accent ligt op de *communicatie*.
Alvorens het begrip "office communication" nader toe te lichten, volgt eerst een bepaling van het begrip communicatie en een overzicht van de communicatiemiddelen die beschikbaar zijn.

HET BEGRIP "COMMUNICATIE"

Communicatie is het overdragen van een bepaalde representatie uit het ene voorstellingskader (dit van de bron waarin zij wordt vervaardigd) naar een ander (waar zij wordt ontvangen).
De representatie is de gecommuniceerde informatie: de weergave of verwerkelijking van een bepaalde stand van zaken of van een samenhang verstaan in een schematisme van tekens of symbolen.
Het is in verband met dit onderwerp zinvol onderscheid te maken tussen *syntactische* informatie, de *rangschikking der tekens* en *semantische* informatie wanneer ook rekening wordt gehouden met de *inhoud van de informatietekens* (de betekenis, aangebracht op de informatiedrager).
Het rijkste informatiebegrip is het *pragmatische*.
Niet alleen het dragend signaal en de erin aangebrachte betekenis, maar ook het gebruik ervan door een informatieontvanger zijn hier aan de orde.
De pragmatische informatie treffen we primair in de menselijke samenleving aan.
Vooral het laatste aspect van de informatie (de pragmatische) is bij de officecommunicatie van belang.



COMMUNICATIEMEDIA

Het begrip "*interactief*"

Hulpmiddelen, voor respectievelijk opbergen, opzoeken en bewerken van informatie in de vorm van boodschappen, vastgelegd in een bepaald medium, bestaan reeds duizenden jaren.

Mensen gebruiken deze om ideeën en gevoelens met anderen te delen en ze voor zichzelf te herinneren.

Ofschoon gedachten vorm krijgen in het brein van de mens, dienen extra media ervoor gedachten te materialiseren en door terugkoppeling de wegen waarlangs het denkpatroon zich afspeelt te vergroten.

Methoden, die ontdekt zijn in het ene medium geven indicaties voor nieuwe wegen in andere media.

Bij het overgrote deel van de vastgelegde geschiedenis, zijn de interacties van de mensen met hun media niet-conversationeel en passief geweest in die zin dat tekens op papier, schilderijen, films en televisie niet veranderen op basis van de wens van de lezer of luisteraar.

Een mathematische formulering, die het wezen van een gehele werkelijkheid symboliseert blijft, eenmaal op papier gezet, statisch en vraagt een leeshandeling alvorens verder gebruikt te kunnen worden.

Iedere boodschap is op een of andere manier een simulatie van een idee.

Zij kan op een concrete of abstracte manier worden voorgesteld.

Het wezen van het medium is in grote mate afhankelijk van de wijze waarop boodschappen worden vastgelegd, veranderd en gelezen.

Ofschoon "digital computers" aanvankelijk werden ontworpen om mathematische berekeningen uit te voeren, heeft de mogelijkheid om de details van alle descriptieve modellen te simuleren de computer tot een communicatiemedium gemaakt dat de functies van alle

media in zich verenigt, althans wanneer hiervoor een adequate organisatie is ontwikkeld.
Daarenboven is dit "meta-medium" interactief en kan op vragen en experimenten antwoorden, zodat de raadpleger in een "twee-richtingenconversatie" met de boodschappen wordt geconfronteerd.
Deze mogelijkheid heeft nog nooit bestaan (behalve bij het contact zoals met een leraar) en biedt een ongekend perspectief.
De hierna te bespreken technische ontwikkelingen wijzen in deze richting ofschoon er een drietal besprekingen zijn namelijk:

1. De technische capaciteiten zijn nog onvoldoende voor het hierboven bedoelde interactieve gebruik. De interactieve mogelijkheden van de huidige "time-sharing systemen" reageren te traag voor het levensechte gebruik waarbij het medium de mens op dezelfde wijze moet volgen als bijvoorbeeld de piano de pianist volgt.

   Het zou wat vreemd zijn als een pianist een toets zou aanslaan en pas 3 tot 5 seconden later de noot zou worden gehoord!
2. De individuele media moeten worden gebruikt in een systeemverband waarvan de mens een der componenten is. Op dit gebied bestaat nog weinig ervaring.
3. Dit veranderingsproces vraagt een mentaliteitsverandering waarvan de educatieve en sociale consequenties groot zijn en nog nauwelijks kunnen worden overzien.

Wij zullen deze aspecten successievelijk aan de orde stellen en resumeren eerst de criteria waaraan bij een goede communicatie moet worden voldaan.

DE CRITERIA

De criteria die ten aanzien van de kwaliteit van de communicatie moeten worden gesteld zijn:
Duidelijkheid
Samenhang
Doeltreffendheid - multi mediaal
'timing' en actualiteit
Verspreiding
Diversiteit en uniformiteit
Belangstelling en aanvaarding.
Wie wil communiceren moet alvorens een bericht over te brengen nagaan welk publiek hij wil bereiken en hoe dit op de meest doelmatige wijze gedaan kan worden.
De probleemstelling is gegeven dit speciale bericht dat overgebracht moet worden en dit speciale publiek en dit speciale doel en gegeven bepaalde redelijke grenzen met betrekking tot tijd, budget en mankracht, welk middel of combinatie van middelen zal dan waarschijnlijk het geschiktst zijn?

DE CATEGORIEËN VAN MIDDELEN

De communicatiemiddelen kunnen in de navolgende categorieën worden verdeeld:

A. *Auditief*

1. Direct contact
   - Gesprekken
   - Interviews
   - Bijeenkomsten
   - Vergaderingen

2. Indirect contact
   - Telefoon
   - Radio
   - Geluidsystemen

B. *Auditief visueel*
   - Geluidsfilm
   - Televisie

C. *Visueel*

1. Schrift
   - Circulaires
   - Brieven
   - Formulieren
   - Handboeken

2. Beelden
   - Foto's
   - Schema's
   - Kaarten

D. *Machinaal-electronisch visueel*

1. Machinaal leesbare informatiedragers
2. Elektronische gegevens

SYSTEEMAANPAK

Het geheel van technische middelen overziend waarmede deze vormen van communicatie kunnen worden uitgevoerd, kan worden geconstateerd dat deze geenszins op elkaar afgestemd (compatibel) zijn en in een systeem (dat wil zeggen in een duidelijk geformuleerde relatie met elkaar) kunnen worden gebruikt.
Teneinde dit te realiseren zal een integratie van spraak-, gegevens- tekstbeeldoverdracht en opslag moeten worden bereikt.
De gegevens, tekst en beeldvastlegging zijn voor een groot deel gebaseerd op beschreven en bedrukte papieren documenten.
De papiervoortplanting in de kantoren is angstaanjagend, de toegankelijkheid wordt steeds moeilijker. Naarmate de massa groeit en mede als gevolg hiervan, is er sprake van een afnemende mééropbrengst van de toegevoegde waarde.
Sommige technische ontwikkelingen hebben er zelfs toe

bijgedragen dat deze papierlawine is toegenomen.
Door het populariseren van electrografische kopieertechnieken is het voor de gemiddelde werknemer even gemakkelijk met zelfbediening een kopie te vervaardigen als hij een croquet uit een automaat haalt.
Het onoverzichtelijkheid van de kantoorarbeid is er de oorzaak van dat een groot deel van de capaciteit wordt besteed aan coördinatie en leiding geven.
Percentages van 70 of 80% die worden genoemd, zijn niet onwaarschijnlijk.

ENIGE TECHNISCHE ONTWIKKELINGEN

Een aantal technische ontwikkelingen heeft ertoe bijgedragen dat een halt kan worden toegeroepen aan de papiervloed. Wij noemen hiervan in dit kader
I. Kopieertechnieken
II. Micrografische technieken
III. Geëlectronificeerde afdruk- en ondervraagmachines
IV. Het datanet.

MICROGRAFIE

De microfotografie is een alternatieve techniek voor het aanleggen, onderhouden en toegankelijk maken van gegevens-verzamelingen.
In de komende jaren zullen de ontwikkelingen in de richting gaan van integratie van de drie elementen in een informatiesysteem: de bron-documentatie, de computeruitvoer, en de opbouw en het muteren van een indexbestand met behulp van een computer.
Bij microfilmen van de bron-documentatie blijft het originele karakter behouden, hetgeen door de visuele instelling van de mens als een voordeel kan worden gezien in vergelijking met computerschrift.
Snelle retrieval wordt bereikt door combinatie van electronische en micrografische technieken.
De hardcopie op papier wordt alleen dàn geleverd, wanneer daaraan daadwerkelijk behoefte is.
Als vervanging van de microfilmrol kan ook de microfiche worden gebruikt.
Mede door de minder flexibele toepassing van de filmrol zullen terugzoeksystemen voor microfisches steeds meer worden toegepast.

MICROGRAFISCHE TEKENINGEN

DE GEËLECTRONIFICEERDE AFDRUK- EN ONDERVRAAGMACHINES

De huidige ontwikkelingen die het meest van invloed zijn op de afdruk- en ondervraagmachines zijn:

1. De steeds lager wordende prijs van de microprocessoren;
2. De introductie van bipolaire geintegreerde injectie logica, waardoor grotere, snellere prestatie met minder hitte-ontwikkeling, minder vermogen en voor lagere prijzen kunnen worden verkregen.

De nieuwe produkten die van deze technologische ontwikkelingen vooral profijt zullen trekken zijn:

a. De "impact printers", waarvan wordt verwacht dat machines, voor de prijs van $1000, een capaciteit van 4000 karakters per seconde zullen hebben.
b. De beeldbuizen zullen goedkoper, betrouwbaarder en gemakkelijker te programmeren worden.
c. Grafische systemen (ook in kleur) zullen geintegreerd kunnen worden gebruikt in de traditionele computersystemen.

HET DATANET

De genoemde media die in rechtstreeks contact met de electronische vastleggingen van informatie ook op afstand moeten worden gebruikt (ook tele-informatie-units genoemd) zullen in staat moeten zijn een uitgebreid skala van prestaties te leveren:

. antwoorden op specifieke vragen
. weergave van de tekst in beknopte of volledige vorm
. gelegenheid tot willekeurige raadpleging
. informatie voor wetenschapsbeoefening en management.

Bovendien zullen deze toekomstige units zowel on line als volgens de methode van batchverwerking moeten kunnen werken en moeten voldoen aan hoge eisen van betrouwbaarheid, toegangsvoorwaarden, antwoordtijd e.d.
Wanneer dit documentloze verkeer zich zal moeten afspelen tussen computersystemen van verschillende herkomst zal moeten worden voldaan aan stringente eisen van standaardisatie, gemeenschappelijke protocollen en afgestemd ontwerp.

KANTOORAUTOMATISERING

Ofschoon de man-in-the-street gewoonlijk een ander beeld heeft van het 'kantoor', kunnen wij ons toch wel duidelijk voor de geest halen dat in een kantoor in feite als voornaamste taak de functies van het beheer van informtiestromen plaatsvinden.
In onze kantoren wordt informatie verzameld, verwerkt, verspreid en opgeslagen.
De technieken die nu - met name door de ontwikkeling in de informatieverwerkings-technologieën - langzamerhand meer algemeen beschikbaar komen bieden grote mogelijkheden voor geautomatiseerde tekstverwerking.
De datacommunicatie en ook de opkomst van de microprocessoren in apparatuur toegepast, zullen juist in de kantoorautomatisering tot een soort van evolutie leiden.

Tekstverwerking

Het totale terrein van de tekstverwerking kan worden verdeeld in een aantal gebieden: de creatie, productie, distributie en archivering van tekst.
Deze indeling verwijst heel duidelijk naar de boven reeds genoemde basis-functies van een informatiesysteem.
Een van de kenmerken van automatische tekstverwerking is dat de informatie digitaal kan worden verzameld, ingebracht, bewerkt, verspreid en opgeslagen.
Daarbij blijft de mens een essentiële rol vervullen bij de generatie en interpretatie van de informatie, die juist door de menselijke tussenkomst alleen maar mogelijk is.
De digitalisering maakt het mogelijk om tot integratie van het totale tekstverwerkingssysteem te komen door gebruik te maken ook van de datacommunicatietechnieken, waardoor ook verwerking (in feite alle functies) op afstand mogelijk wordt.

Archiveren en terugzoeken

Ook voor het opslaan en terugzoeken van informatie bieden de nieuwe technieken van datacommunicatie en vooral ook de toepassing van microprocessoren, grote en tot nu toe ongekende mogelijkheden. De problemen van archivering op kantoren zijn wel algemeen bekend en het ziet er thans wel naar uit dat daarvoor in een niet te ver verwijderde toekomst een goede oplossing voor gevonden kan worden.
Niet in de laatste plaats zal dit het geval zijn omdat de technieken die beschikbaar komen steeds goedkoper gaan worden. Tegelijkertijd zullen zij een sterke vermindering van de papierstromen in de kantoren bewerkstelligen.
Om slechts een aanduiding te geven van die technieken, zij verwezen naar de mogelijkheden van massageheugen, die via database technieken de opslag van informatie in digitale vorm, mogelijk maken en het terugzoeken via beeldschermen vergemakkelijken.
Een andere techniek is die van de microfilm-verwerking. Daarbij worden de gegevens op film (micro-fiches) overgenomen van de magneetbanden door toepassing van Computer Output Microfilm (COM). De coderingen op de microfilm maken het terugzoeken mogelijk.
Ook combinaties van beide technieken zullen worden toegepast, waarbij steeds van beeldschermen gebruik kan worden gemaakt.

De voordelen

De voordelen zijn duidelijk van deze nieuwe technieken. Het ruimtebeslag dat thans nog voor archieven wordt gevraagd is - vergeleken met de database en microfilm -

gigantisch, en bij gevolg ook de kosten daaraan verbonden. Ook zullen de taken ten aanzien van archivering en terugzoeken aantrekkelijker worden voor de medewerkers in de kantoren. Tegelijkertijd zullen de 'kantoren' slagvaardiger worden en meer gericht op de service aan management en aan de gebruikers van de in het kantoor beheerde informatiesystemen.

SYSTEEMCOMPONENTEN VOOR EEN SYSTEEM VOOR NIET-GESTRUCTUREERDE INFORMATIEVERZORING

Bij het opzetten van een systeem voor niet-gestructureerde informatieverzoring dient onderscheid te worden gemaakt tussen een viertal systeemcomponenten (modules), e.e.a. naar analogie van de systemen voor gestructureerde informatieverzoring.

a. *De gegevensgeneratie*

De hiervoor beschikbare media zijn:

1. Multifunctie administratieve verwerkingsstations (combinatie schrijfcopieermachine en beeldbuis)
2. Telefoon eindapparatuur
3. Electronische handschriftsystemen (naast normaal handschrift)
4. Dicteerapparatuur
5. Grafische invoersystemen

b. *De informatiedistributie*

1. Datanetwerken
2. Computer communicatiesystemen
3. "Store and forward"-systemen
4. Intelligente facsimile-systemen (gecombineerd met mogelijkheden voor automatisch lezen)
5. Copieerprinters en typesettingsystemen
6. Electronische meld- en bulletinsystemen (electronische memoranda)
7. Multi-media conferentie systemen.

c. *Informatieopslag*

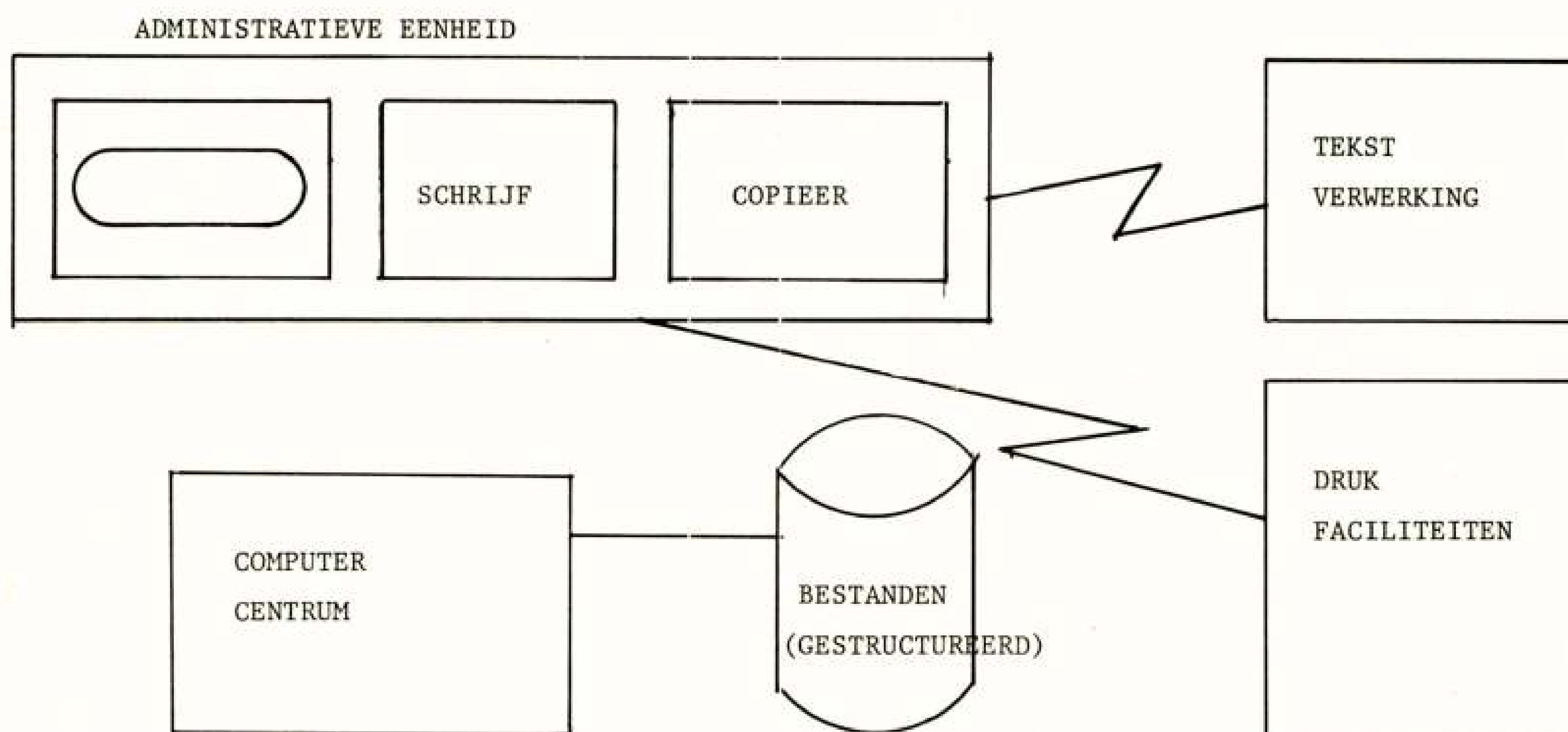
1. Electronische geïndexeerde boodschappenbestanden
2. Microfilmbestanden (muteerbaar)
3. Informatieopslag en "retrieval"-systemen
4. Geheugenhiërarchieën
5. Electronische kalenders.

d. *Informatieopvraging*

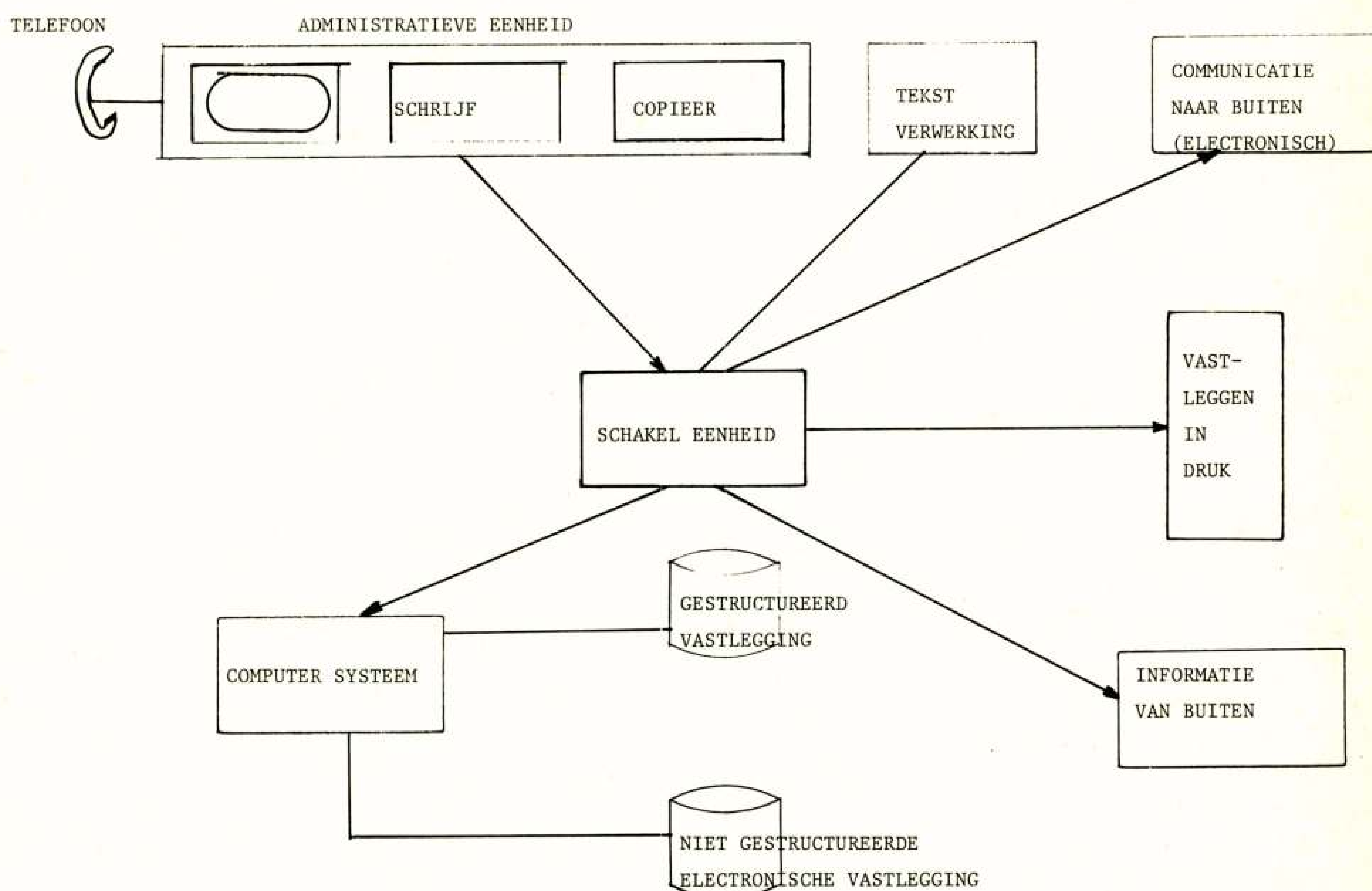
Eindtoestellen (eventueel interactief) in combinatie met gebruikersvriendelijke opvraagprogrammatuur.

MACHINECLUSTERS EN TELECOMMUNICATIE

Momenteel geschiedt de communicatie tussen de hierboven geschetste automatische machines door mensen die heen en weer wandelen tussen deze machines, ponskamers en documentatieafdeling.
De microprocessor-technologie maakt het mogelijk sommige van deze produkten samen te clusteren tot een multi-functie kantooreenheid waarvan een artificiële voorstelling in afbeelding 3 is gegeven (zie afbeelding nr. 3).
Hier is een combinatie voorgesteld van een beeldbuis voor doeleinden, als een electronische agenda, memoranda of klad-aantekeningen, een automatische schrijfmachine en een kopieermachine waarmee het mogelijk is kopieën te maken van electronisch gegenereerde teksten (zonder tussenkomst van een document).
Een (telecommunicatie) verbinding met een drukkerij en tekstverwerkingsmachine is tevens mogelijk.
Met een tekstverwerkingsmachine kunnen vaste tekstdelen automatisch worden getypt, terwijl een manipulatie per teken of combinatie van tekens mogelijk is.
Al deze bewerkingen worden gevoerd door eenvoudige betrekkelijk kleine electronische geheugens die seriegewijze of direct toegankelijk zijn.
Ook de drukkerijmachines en tekstverwerkingsmachines kunnen worden samengevoegd tot clusters.



Een verdere combinatie van deze clusters en
eventueel het centrale computersysteem is mogelijk
door schakelapparatuur



Bij de centrale computerfaciliteiten staan twee geheugeneenheden getekend; één voor niet-gestructureerde informatievoorziening.
Bij de niet-gestructureerde informatievoorziening zullen microfiches vermoedelijk een grote rol gaan spelen.
Een grote toekomstmogelijkheid wordt gezien in het overzenden van microfiches via het openbare telefoonnet.
Door de grote informatiedichtheid (groter dan op magnetische geheugens) kan dit relatief goedkoop zijn.
Ook de organisatie van deze geheugens, welke van groot belang zullen zijn voor de kantoorautomatisering, verdient de aandacht.
Bij het toegankelijk maken van informatie heeft men de keuze uit drie mogelijkheden nl.: full text ontsluiting, via abstracts en/of ontsluiting met behulp van een thesaurus.
Full text-ontsluiting wil zeggen dat de tekst van een bericht, document, enz. volledig in het geheugen van de computer is opgenomen. Bij het terugzoeken kan men elk woord van het bericht gebruiken als kernwoord.
Ontsluiting via abstracts wordt zeer veelvuldig toegepast. Hiervoor worden alle documenten (opnieuw) in een zeer beknopte vorm herschreven en voorzien van kernwoorden. Door nu de kernwoorden te gebruiken aan het beeldscherm, kunnen de abstracts worden geraadpleegd. Elk abstract verwijst naar de bron. In vele gevallen is de bron dan vastgelegd op microfiche.
Ontsluiting met behulp van een thesaurus wil zeggen, dat meestal vooraf een gestructureerde woordenlijst met verwijzingen wordt gemaakt. De lijst, de thesaurus, wordt bij elk bericht gebruik als 'voorkeurs-kernwoord-analyse' om het bericht van kernwoorden te voorzien.
De berichten zelf worden op microfiche vastgelegd en de terugzoektermen (te raadplegen via het beeldscherm) verwijzen naar de beoogde microfiche.
Er wordt gezocht naar een multimedia-eenheid die op een

dynamische manier gebruikt kan worden door personen van alle leeftijden. Deze unit zou de capaciteit moeten bezitten om in letterlijk alle informatie-gerelateerde behoeften te voldoen.
Ten behoeve van deze systemen zullen speciale talen worden ontwikkeld die in hoge mate interactief zijn en de werkelijkheid volgen. Verschillende Europese en Amerikaanse filma's verrichten experimenten met sytemen van deze aard in een R en D omgeving. Zij worden daar gebruikt als een programmerings- en probleemoplossend hulpmiddel; als een interactief geheugen voor opslag en manipulatie van gegevens; als een tekst-opmaak-instrument; als een medium voor expressie door tekenen, schilderen en animatie-presentatie.
Deze systemen zijn geschreven in een speciale natuurlijke taal "small talk" genoemd welke met succes is uitgetest o.m. op experimentele middelbare scholen.

TOEKOMSTVERWACHTINGEN

De markt voor de kantoorautomatisering waarvan de kantoorcommunicatie een belangrijk onderdeel zal vormen is sterk groeiende. Een verdubbeling in 5 jaar wordt verwacht.
Het zal niet alleen een kwestie zijn van het introduceren van nieuwe technieken doch vooral van invloed zijn op de organisatie- en de communicatie-praktijken.
In tegenstelling tot de automatisering van de gestructureerde informatieverzoring zal de ontwikkeling niet de technische structuur van één groot systeem als uitgangspunt nemen, doch van meet af aan zal het "multi supplier" aspect en de principes van gedistribueerde gegevensverwerking de overhand hebben.
Niettemin zal het gehele systeem-concept gedragen moeten worden door een stelsel van afspraken.
De invoering zal moeten plaatsvinden in een omgeving van gebruikers (de werkers in kantoren) die afkomstig zijn uit vele beroepsgroepen en opleidingen.
Dit is een gevolg van het andere accent dat 'kantoor-arbeid' in de veranderende maatschappij heeft gekregen en waarom extra zorg voor de organisatorische en personeelsorganisatorische aspecten nodig zijn.
Wellicht kan de systeemfilosofie en -discipline van bestaande telecommunicatiesystemen hiervoor model staan.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

1. Informatie van Prof. Dr. C.A. van Peursen e.a. Aula Reeks

2. Communicatie in het bedrijf door Ch.E. Redfield Uitgegeven G.J.A. Ruys. Amsterdam

3. Driebold research report Augustus 1977

4. Toekomst vande automatische informatiesystemen van Georges Anderla (Eurospectra)

5. Report on a Delphi Study Information, Documentation and Media

6. Opinion paper: Journal of the American Society for Information Science

7. Publicities ISO Group TC/97/16

8. Grondslagen voor Administratieve techniek en systeemanalyse 3e druk voor Prof. J.M. van Oorschot en Drs. W. Konijnenberg VUGA uitgave.

Voordracht gehouden op 6 maart 1979 in het Jaarbeurs-congrescentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 278) en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

OFFICE COMMUNICATION WISSELWERKING TECHNOLOGIE-GEBRUIKER

Ir. P.M. van den Avoort
Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken

Office communication, the technology-user interaction. From a system point of view the worker in the office environment can be considered as a receiver, processor and creator of information. The question is raised whether the creative activities of the human being can be supported and ameliorated by making use of advanced communication, information processing and information storage and retrieval equipment. Preliminary results are reported of user experience with an automated storage- and retrieval system for personal use. Some technological developments directing to the economic feasibility of such systems are discussed.

Inleiding

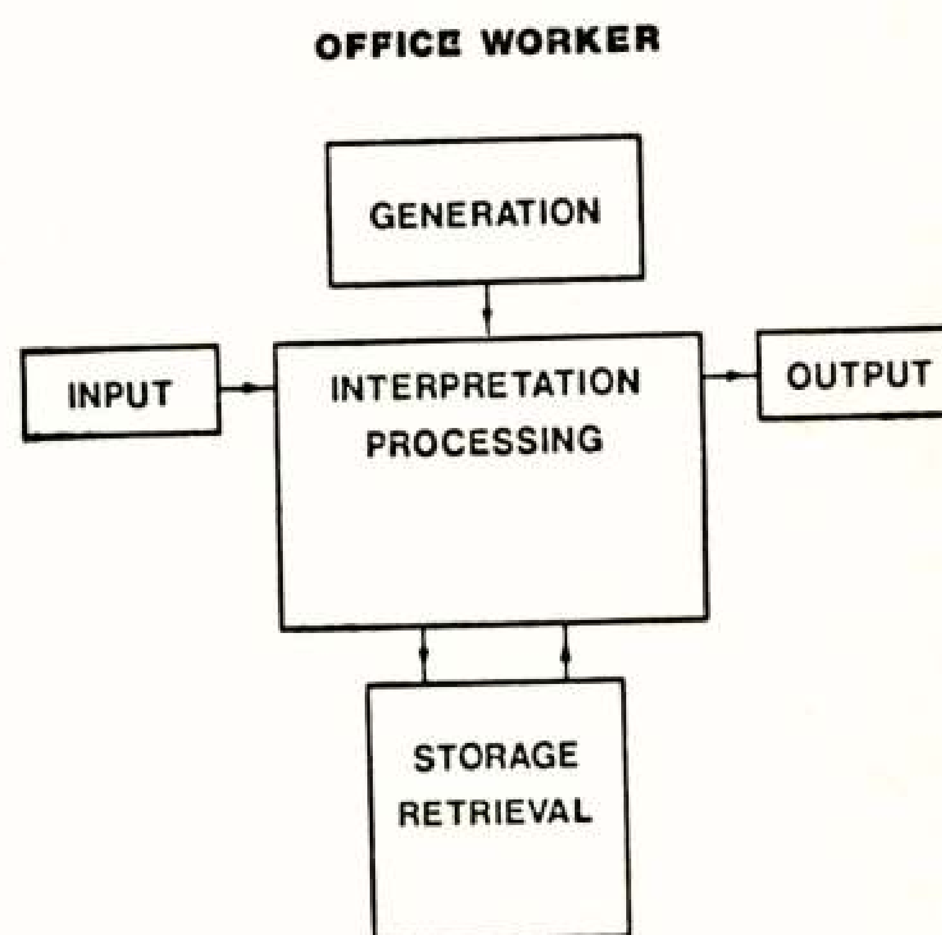
Technologische ontwikkelingen op de gebieden van informatie input en output, informatieverwerking, informatie-opslag en informatietransport openen, ook voor de kantooromgeving, mogelijkheden tot kwantitatieve en kwalitatieve verbetering van de kantoorarbeid.

Het benutten van deze mogelijkheden zal ongetwijfeld leiden tot veranderingen ten aanzien van de arbeidssituatie van het individu, de werkgelegenheid, de economie, etc.

De mate en het tempo waarin zulke veranderingen zich zullen voltrekken dient onderwerp te zijn van een brede maatschappelijke discussie. De kennis omtrent de wisselwerking tussen technologie en individuele gebruiker daarentegen kan langs de weg van het gebruiksonderzoek worden verkregen.

De gebruiker

Wie is eigenlijk de gebruiker in de kantooromgeving? Is het wel mogelijk om de vele verschillende soorten kantoorarbeid onder een noemer te brengen en te spreken over "de gebruiker" en "het kantoor"?
Oppervlakkig gezien wel, kantoren zijn gebouwen waar mensen achter bureau's bezig zijn. Beschouwen we deze activiteiten wat nauwkeuriger dan zien we dat we die vaak kunnen beschrijven als informatieverwerkingsprocessen. De zintuigen vormen hierbij de input- en outputorganen. De mens hoort spraak en geluiden, ziet teksten en beelden, voelt een handdruk of de echtheid van een bankbiljet, ruikt de koffie en "proeft de sfeer", de non-verbal cues als houding, gebaren, in het algemeen, gedrag. (Fig. 1)



Figuur 1

De binnenkomende informatie wordt geïnterpreteerd, op een voor ieder individu unieke wijze, en vervolgens verwerkt, "processed", waarbij tijdens de verwerking van andere opgeslagen informatie gebruik wordt gemaakt, via "information retrieval". De individuele interpretatie is karakteristiek voor de mens als informatieverwerker. (Hoe moeilijk het is om tot een eenduidige interpretatie te komen blijkt b.v. uit de tekst van een wet). Het resultaat van de processing wordt opgeslagen en/of leidt tot een outputactie. Nieuwe informatie kan ook zonder inputactie worden ge-

genereerd en leiden tot interpretatie, processing, storage and retrieval en output. Uitgaande van dit model van de mens als informatiebewerker kunnen we pogen een schatting te maken van de informatieverwerkingsarbeid.

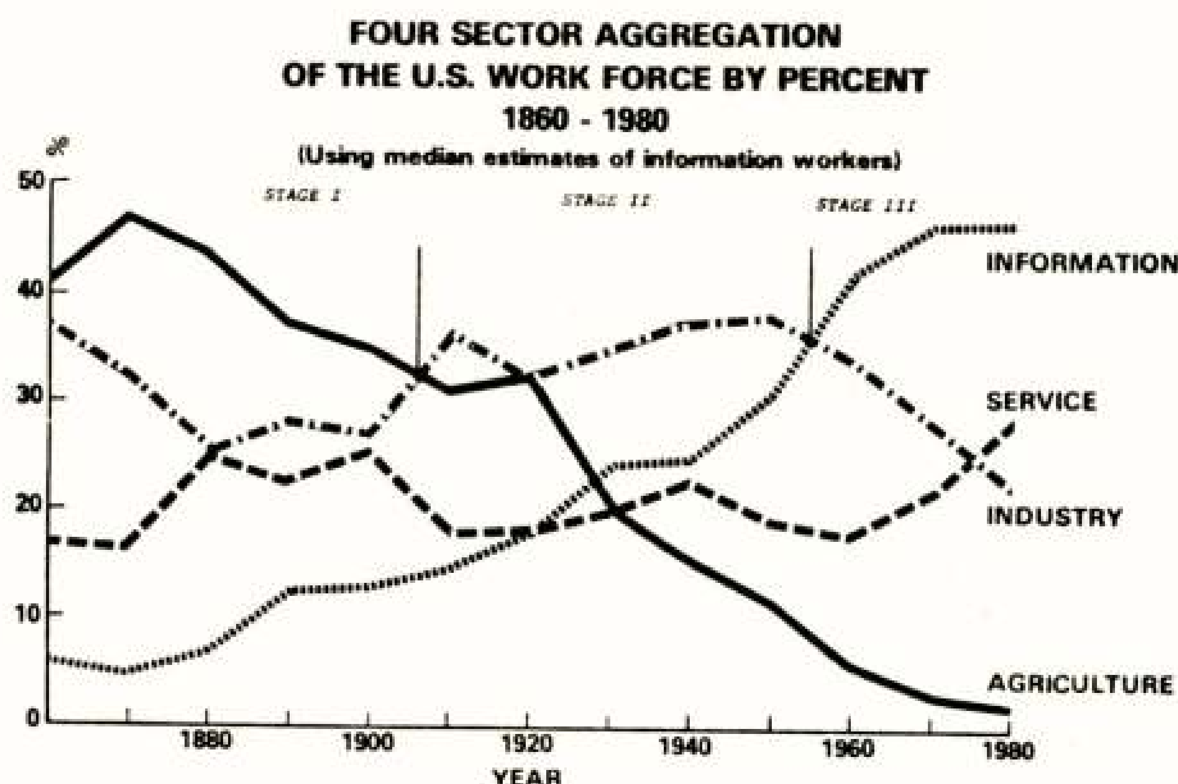
Het kantoor

In een studie (Porat M.U., 1977) van het U.S. Department of Commerce, Office of Telecommunications over "the information economy" is gepoogd de "information activity" in de economie van de USA te definiëren op een wijze die intuïtief aannemelijk is, in economische zin betekenis heeft en meetbaar is.
De daarbij gebruikte definities luiden als volgt:

"Information is data that have been organised and communicated".
The information activity includes all the resources consumed in producing, processing and distributing information goods and services.

Uit de studie bleek dat in 1967, 46% van het Bruto Nationale Product voor rekening kwam van de informatie activiteit. 25% hiervan wordt gevormd door de primaire informatiesector, d.w.z. de informatiegoederen en diensten die op de vrije markt worden verkocht; 21% hiervan wordt gevormd door de secundaire informatiesector, d.w.z. alle informatiediensten welke worden geproduceerd voor intern gebruik door de overheid en de niet informatie firma's.

We zouden wat concreter kunnen zeggen dat de waarde van de secundaire informatiesector is samengesteld uit de arbeids- en kapitaalbronnen gebruikt bij het produceren van de informatiedienst.
De ontwikkeling van de verdeling van de werkkracht over de sectoren landbouw, diensten, industrie en informatie geeft een duidelijk beeld van de economische ontwikkeling in de USA. Tussen 1860 en 1905 domineerden de werkers in de landbouw, tussen 1905 en 1955 lag de industrie aan de kop, maar in 1955 werd de informatiesector dominerend, oplopend van 15% van de werkkracht in 1920 tot bijna 50% in 1970. (Fig. 2)
In 1967 verdienden de informatiewerkers in de USA meer dan 53% van het arbeidsinkomen. Omvang en kosten van de informatiesector wettigen de vraag naar effectieve middelen



Figuur 2

ter ondersteuning van het werk in de informatiesector.

Qua karakter kunnen in de informatiesector drie typen "offices" worden onderscheiden:

- het "processing office" gekenmerkt door goed beschrijfbare beslissingsprocedures, eenvoudig structureerbare informatiebestanden en routinematige bewerkingen. De input- en outputgegevens vereisen weinig of geen menselijke interpretatie, de processing kan gebeuren door een computer, kortom het gebied van de financiële en administratieve automatisering, waarbij de motivatie voor de ondersteuning of vervanging van de menselijke processing door machine processing vooral het kostenaspect is,
- het "information storage and retrieval office" waarbij zeer grote gegevensbestanden, literatuurverzamelingen etc., worden aangelegd die alleen nog door computerondersteuning kunnen worden beheerd en toegankelijk gemaakt. De verbetering is van kwalitatieve aard. Het economisch nut voor de gebruiker is moeilijk aan te tonen, een alternatief bestaat echter niet,
- het "correspondence office", gekenmerkt door een grote verscheidenheid in input/output vormen, een grote mate van menselijke interpretatie van de inputinformatie, informele beslissingsprocedures en doorgaans moeilijk toegankelijke informatiebestanden.

Onderzoekgebied

Het onderzoek op het Philips Natuurkundig Laboratorium in Geldrop is gericht op het cor-

respondentiekantoor waarin de mens als ontvanger, bewerker en creator van informatie de belangrijkste rol speelt door het leggen van de onverwachte maar toch zinnige verbanden. Een belangrijke vraag is of deze creatieve activiteit versterkt kan worden door betere communicatiemiddelen en door ondersteuning van de informatie generatie, interpretatie en processing middels beter toegankelijke en geordende informatie, specifiek voor de individuele gebruiker.

Het is duidelijk dat ook in dit geval de verbetering in het functioneren van kwalitatieve aard zal zijn, terwijl door het betrekkelijk individuele gebruik van de apparatuur, de daaraan verbonden kosten nog relatief hoog moeten worden geschat. Dit kostenaspect kan een drempel vormen die echter door de voortgaande technologische ontwikkeling geleidelijk lager zal worden.

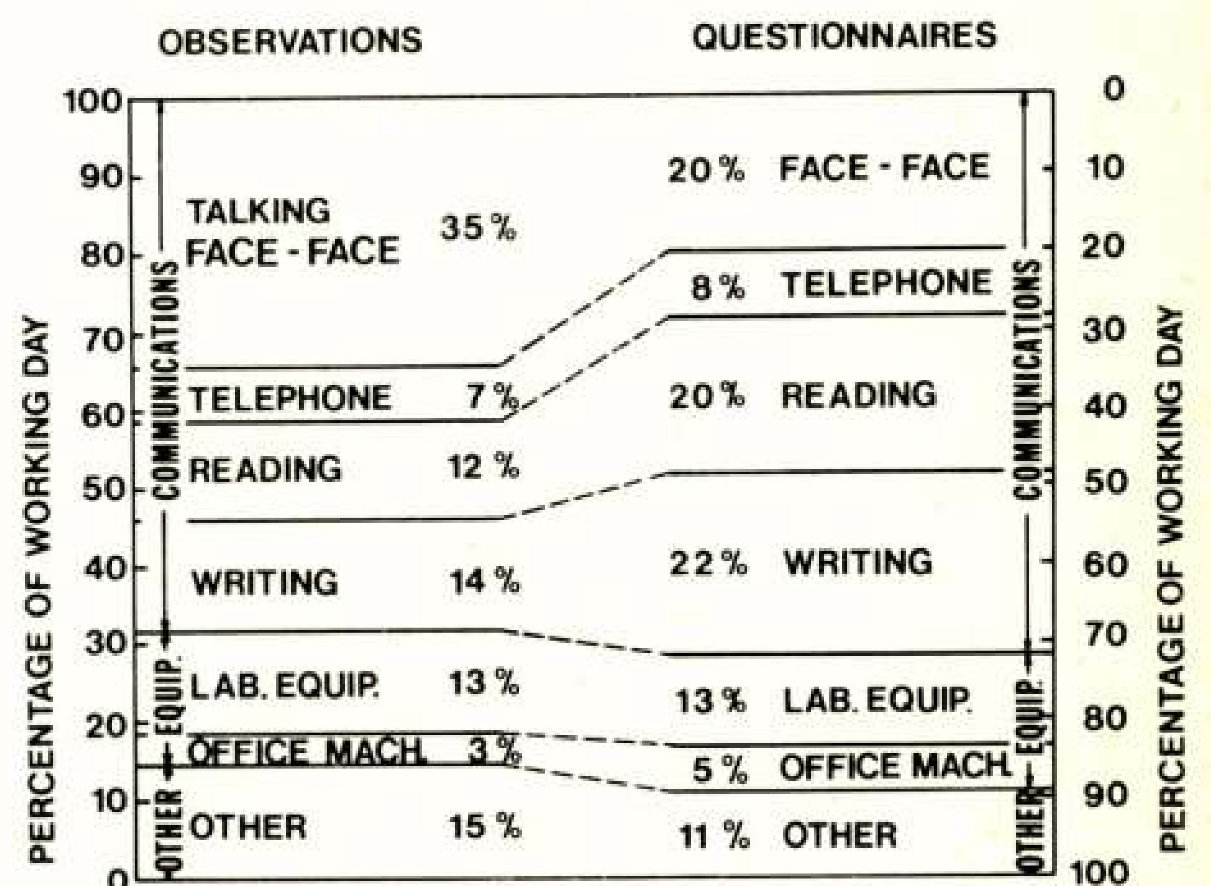
Individuele tijdbesteding

Op de vraag wat het relatieve belang is van de aspecten input/output, communicatie, processing, of information storage and retrieval, kan wellicht een antwoord worden gevonden uit een analyse van de wijze waarop mensen nu hun werkdag besteden. In het bijzonder, hoeveel tijd wordt er besteed aan het werken met apparatuur en hoeveel aan het communiceren met andere mensen. Als de meeste tijd wordt gebruikt voor het werken met apparatuur zal verbetering van de mens-machine communicatie de eerste prioriteit dienen te krijgen, wordt daarentegen de meeste tijd gebruikt voor communicatie met andere mensen dan zal op verbetering en ondersteuning van dit aspect de aandacht moeten worden gericht.

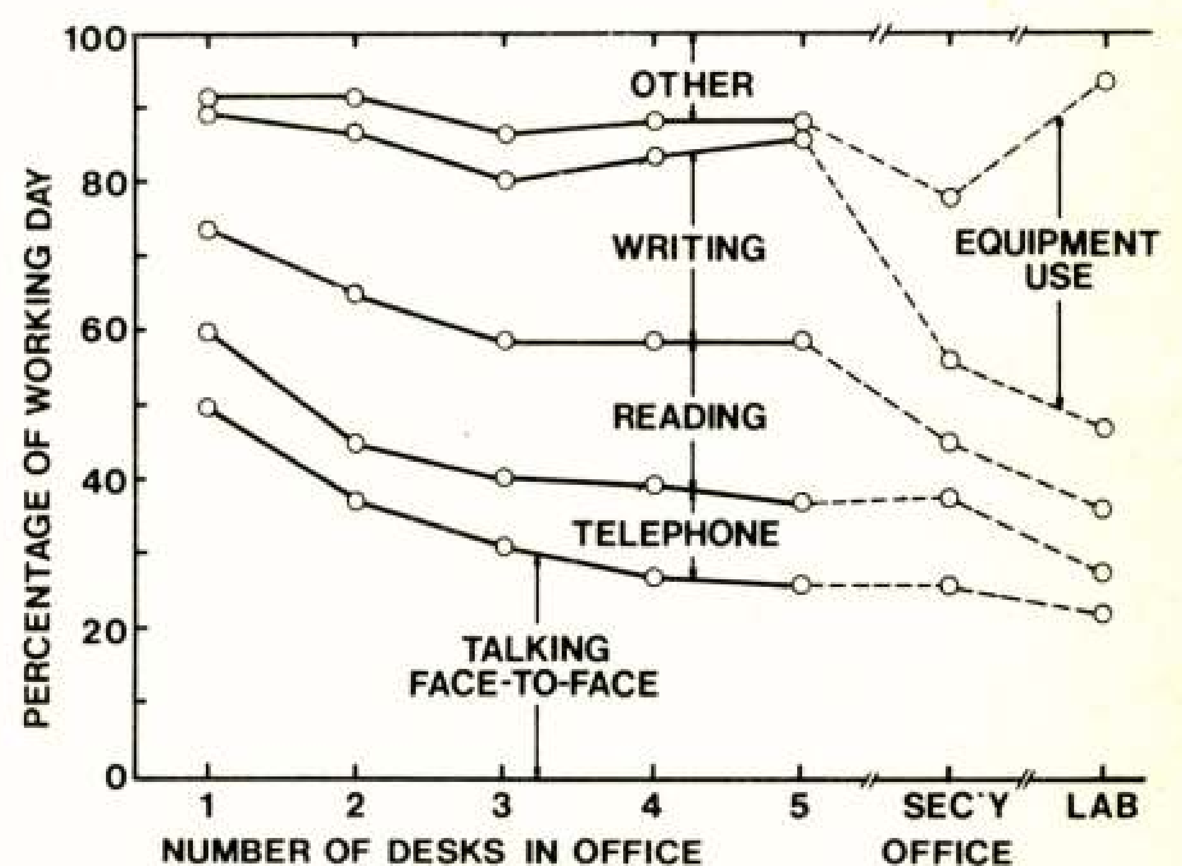
Een onderzoek van Klemmer en Snijder (Klemmer E.T., 1972) in een communicatie research laboratorium, dat goede overeenkomst vertoont met onderzoekingen elders, laat zien dat 70% van de tijd wordt besteed aan communicatie, waarvan weer bijna tweederde aan praten. Overigens blijkt uit de waarnemingen dat meer tijd aan praten en minder aan lezen en schrijven wordt besteed dan men zelf opgeeft. (Fig. 3)

Wordt de bevolking van dit laboratorium opgesplitst naar de categorieën management, secretariaat (sec'y office) en laboratorium dan ontstaat een duidelijker beeld. (Fig. 4)

Managers besteden 30% tot 50% van hun tijd aan mens-mens-communicatie, 10% aan telefoneren, 20% aan lezen en 20% aan schrijven.



Figuur 3



Figuur 4

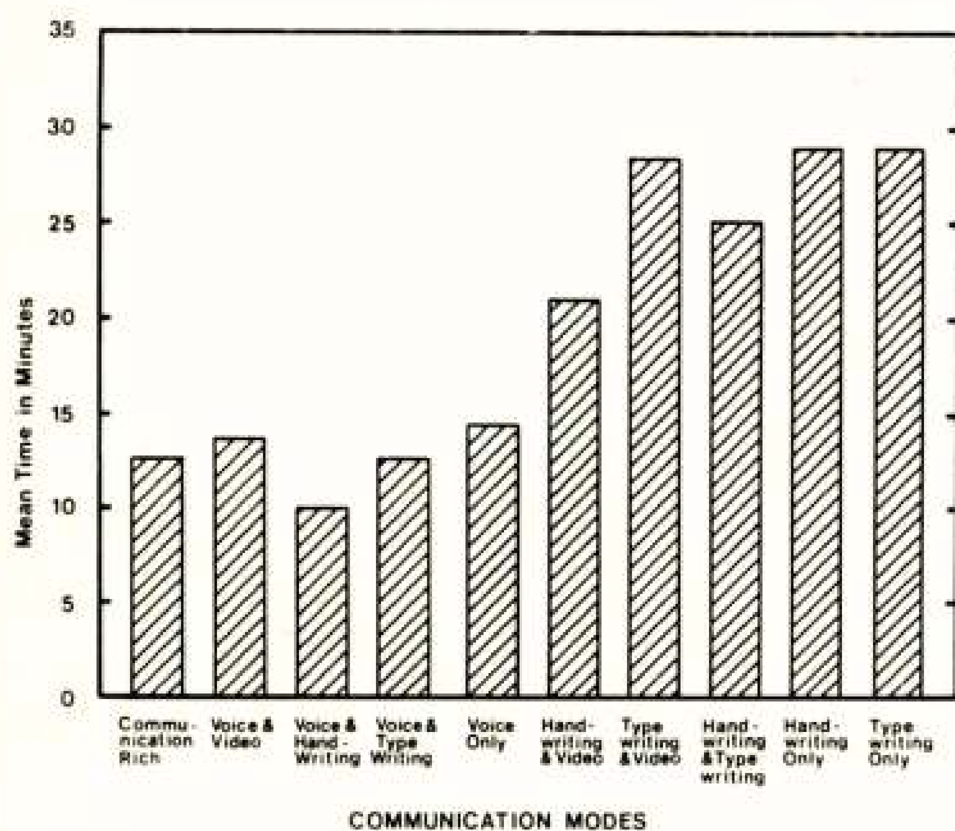
Face-to-face communicatie

Vergaderingen, besprekingen, overleg, discussies enz. vergen 30% tot 50% van de tijd die de manager op zijn kantoor aanwezig is.

De werkelijk bestede tijd is veel groter, indien we de reistijd meetellen die gemoeid is met een aanzienlijk deel van de face-to-face ontmoetingen. Dit werpt de vraag op van de effectiviteit en de emotionele beleving van telecommunicatie versus face-to-face communicatie.

Door Ochsman en Chapanis (Ochsman R.B., 1974) is experimenteel onderzocht hoeveel tijd gemiddeld nodig is voor het oplossen van problemen in tien verschillende vormen van communicatie. De problemen hadden betrekking op het

oplossen van conflicten, het toekennen van prioriteiten bij zaken van nationaal belang en onderhandelingen over budgetten. (Fig. 5)



Mean times to solve problems in ten different communication modes. Each bar is an average for six two-man groups and for three different problems. (From Ochsman and Chapanis[9])

Figuur 5

Het belangrijkste onderzoekresultaat, bezien vanuit het standpunt van de telecommunicatie, is dat problemen significant sneller worden opgelost in communicatiemodes die een spraakkanaal bezitten dan in die welke hiervan niet zijn voorzien.
Wat meer in detail bezien is het opvallend dat "Voice Only" - de telefoon - bijna net zo snel is als "Communication Rich" - het persoonlijk bezoek - terwijl "Voice and Handwriting" - de scribofoon - zelfs nog sneller is dan het persoonlijk bezoek.
Kan nu op grond van deze laboratoriumproeven worden geconcludeerd dat de scribofoon, indien beschikbaar, als het meest efficiënte communicatiemiddel ook het meest gebruikte zou zijn en dat "Voice en Video" - de beeldtelefoon - niet interessant zal zijn t.o.v. "Voice Only" - de telefoon?
Zeer waarschijnlijk niet, net zo min als op grond van het geringe verschil in efficiëncy tussen "Voice Only" - de telefoon - en "Communication Rich" - het persoonlijk bezoek - mag worden geconcludeerd dat het gebruik van de telefoon reizen overbodig heeft gemaakt.

Short, Williams en Christie (Short J., 1976) proberen de discrepantie tussen meetbare efficiëncy en emotionele beleving van de verschillende media te verklaren door aan een medium een kwaliteit te verbinden "Social Presence". Zij gaan uit van de hypothese dat gebruikers een gevoel hebben voor de mate van "Social Presence" van een medium en dat gebruikers geneigd zullen zijn het gebruik van een medium te vermijden wanneer dit een "Social Presence" heeft die als te laag wordt ervaren voor de uit te voeren interacties.
Langdurige gebruikservaring met de beeldtelefoon in een intern Philips-net ondersteunt de hypothese van de "Social Presence". Geoefende gebruikers ervaren de "Social Presence" van de beeldtelefoon als voldoende hoog om in vele gevallen een face-to-face ontmoeting te kunnen vervangen door een beeldtelefoongesprek.
De overige media hebben waarschijnlijk alle een te lage "Social Presence" en soms ook een te lage efficiëncy om in een conversationele mode te kunnen concurreren met de face-to-face mode.

<u>Schrijven en lezen</u>
Schrijven en lezen vergen ieder ongeveer 20% van de werktijd van de manager.

Schrijven kan - naar het model van de informatieverwerker - beschouwd worden als de outputaktie van een creatief proces waarbij informatie wordt gegenereerd, een proces dat ondersteund wordt door retrieval van informatie uit het menselijk geheugen en door externe inputs. Kan nu dit proces van generatie van informatie worden versneld of in kwalitatieve zin worden verbeterd door het kiezen van een sneller outputkanaal - i.p.v. schrijven - of door het verschaffen van gemakkelijk toegankelijke en goed geordende informatie? Potentieel zou een aanzienlijke efficiëncy-verbetering worden verwacht wanneer schrijven met een maximale snelheid van 40 woorden per minuut zou worden vervangen door dicteren met een maximale snelheid van 200 woorden per minuut.

Uit een onderzoek van Gould (Gould D., 1977) is echter gebleken dat het generatieproces bij het samenstellen van complexe brieven het grootste deel van de tijd vergt waardoor de verschillen tussen geoefend of ongeoefend en tussen schrijven of dicteren nauwelijks tot uiting komen. Bij routine-brieven levert dicteren een snelheidswinst van 25% t.o.v. schrijven. (Fig. 6)

Blijkbaar kan bij dicteren het creatieve proces van genereren, ordenen en communiceren van data door de mens niet versneld worden en heeft het gebruik van een sneller outputmedium geen zin.

WRITING -- DICTATING

ROUTINE LETTERS MIN.	WRITING		DICTATING	
	EXECUTIVE	NOVICE	EXECUTIVE	NOVICE
COMPOSITION TIME	7.1	6.4	4.6	5.7
GENERATION TIME	5.2	4.9	2.9	2.7
PAUSE TIME	1.8	1.5	1.4	2.1
REVIEW TIME			0.3	0.8

COMPLEX BUSINESS LETTER MIN.	WRITING		DICTATING	
	EXECUTIVE	NOVICE	EXECUTIVE	NOVICE
COMPOSITION TIME	12.9	11.2	10.2	10.2
GENERATION TIME	9.0	8.4	5.4	3.9
PAUSE TIME	3.2	2.8	3.3	5.0
REVIEW TIME			1.1	1.0

Figuur 6

Lezen

De hoeveelheid stukken die ter lezing worden aangeboden is meestal veel te groot om in de 20% van de werktijd, die door de manager aan lezen wordt besteed, verwerkt te kunnen worden. Slechts een kleine fraktie van de gelezen stukken leidt tot een te nemen aktie; het merendeel wordt gelezen ter kennisname en voor de vorming van achtergrondinformatie waarop misschien later moet worden teruggekomen. Een goede selectie, welke stukken wel en welke niet te lezen, is moeilijk. Dit leidt tot het keuzeprobleem van wel of niet archiveren van deze achtergrondinformatie en indien wel, hoe, opdat deze later, voor een nog onbekend doel, kan worden teruggezocht.

Information storage and retrieval

Men kan zich de vraag stellen, welk gebruikscomfort de informatiebewerker in het kantoor kan worden geboden door het verschaffen van een geautomatiseerd, persoonlijk archief, als aanvulling op het menselijk geheugen.

In het Natuurkundig Laboratorium te Geldrop wordt getracht deze vraag te beantwoorden via gebruiksonderzoek (Hoekstra W., 1977) gebaseerd op de volgende uitgangspunten,

- het archief moet vanaf de werkplek toegankelijk zijn zowel voor het vullen met informatie - de storage - als voor het opzoeken van informatie - de retrieval -,
- de toegangstijd tot een willekeurig document dient kort te zijn, bij voorkeur niet meer dan één seconde,
- de zoekprocedure - de dialoog tussen mens en machine - dient meer een associatief dan een aan de inhoud van het document gerelateerd karakter te bezitten,
- de middelen waarmede de gebruiker toegang krijgt tot het archief - de input en outputmedia - dienen gebruikers vriendelijk te zijn.

Technologisch gezien kan aan deze uitgangspunten nog niet geheel worden voldaan. Om toch de gebruiksproef uit te kunnen voeren wordt de vanaf de werkplek toegankelijke informatie gesimuleerd door de gehele archiefinformatie in microfichevorm ter plaatse in een caroussel op te slaan. (Fig. 7)



Figuur 7

De caroussel wordt bestuurd vanuit een P857 minicomputer waarin de administratie van het archief is opgeslagen; de minicomputer wordt door de gebruiker via een terminal bestuurd. De zoekprocedure is gebaseerd op het gebruik van trefwoorden. Deze kunnen deterministisch zijn, d.w.z. ze hebben betrekking op de inhoud van het document, of ze kunnen relaties aanduiden van de gebruiker tot het document, en hebben dan een associatief karakter.

De belangrijkste observaties in het nog lopende experiment duiden erop dat,

- de associatieve zoekprocedure gebaseerd op relaties bestaande uit een klein trefwoordenbestand, ongeveer 200, toch voldoende selectie verschaft,

- het geautomatiseerde persoonlijke archief eerder en vaker wordt geraadpleegd dan het conventionele archief. Het overschrijden van de drempel van het óf zelf zoeken óf het zodanig formuleren dat de secretaresse het document kan opzoeken in een conventioneel archief, is voor het even raadplegen tijdens een gesprek of tijdens het genereren van een complexe brief juist te veel gevraagd,
- vooral voor naieve gebruikers de mens-machine communicatie moeilijk is, met name wat betreft de toegepaste dialoog en het inputmedium, het intypen van tekst op een beeldstation. Deze twee aspecten zijn daarom apart onderzocht.

Ten aanzien van de dialogen bleek (van Veen K., 1977), dat gemakkelijke dialogen bestaande uit vele kleine stappen sneller en met lagere foutenscores verliepen dan dialogen met grotere stappen. Dit bleek ook zo te zijn bij geoefende gebruikers.
Het natuurlijke input/output medium in de mens-mens communicatie is spraak. Door van Nes en van der Heijden (van Nes L., 1978) is onderzocht welke positie spraak bij de mens-machine communicatie inneemt tussen andere input- en outputmedia.

De resultaten van dit onderzoek kunnen als volgt worden samengevat,
- het beeldscherm aan de outputzijde en het aanwijzen op het beeldscherm aan de inputzijde, levert de kortste reactietijden op,
- de subjectieve voorkeur van de gebruiker ligt aan de outputzijde bij het beeldscherm, aan de inputzijde bij het aanwijzen op het beeldscherm met aan de inputzijde spraak als een goede tweede,
- de subjectieve voorkeuren lijken samen te hangen met de korte reactietijd en de lage foutenscore,
- er zijn aanwijzingen dat bij verbetering van de spraakapparatuur, spraak als inputmedium de hoogste subjectieve waardering zou krijgen, spraak als output daarentegen niet wegens de "vluchtigheid".

Op grond van deze deelonderzoeken lijkt momenteel de beste keuze voor de input/output media van een information storage and retrieval systeem het α-numerieke toetsenbord aan de inputzijde, voorzien van extra functietoetsen voor het voeren van de dialoog, en het beeldscherm aan de outputzijde.

Bij deze keuze zijn nog enkele interessante uitbreidingen van het gebruik van de input/output apparatuur mogelijk, zoals tekstediting en teletex. Een tekst editing faciliteit als onderdeel van het information storage and retrieval systeem is aantrekkelijk voor de gebruiker; typevaardigheid speelde immers een ondergeschikte rol bij het generatieproces van tekst, terwijl correcties via tekst editing ook voor weinig typevaardigen gemakkelijk mogelijk is.

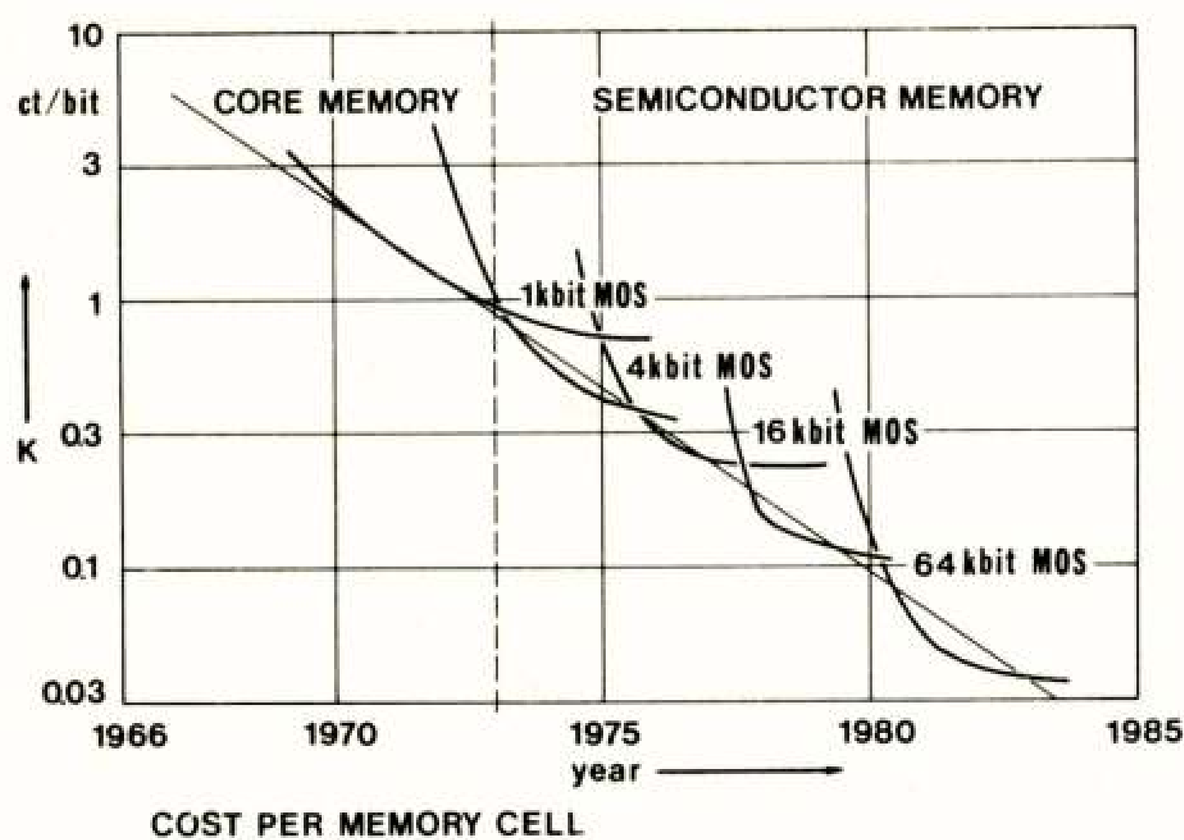
Toevoeging van een communicatiefaciliteit maakt electronische tekst communicatie mogelijk waarmede de weg naar het "Paperless Office" is ingeslagen.

Op dit punt wordt de gebruiker geconfronteerd met enkele negatieve aspecten. Er is maar één document tegelijk beschikbaar op het beeldscherm, de zgn. soft copy, terwijl het oplossend vermogen daarvan slechts toereikend is voor een halve A4-pagina getypte tekst. Of de gebruiker hiermede genoegen wenst te nemen, dan wel een of meer documenten van A4 formaat in soft of hard copy zal verlangen is nog een open vraag.

Technologische ontwikkelingen

Het gebruiksonderzoek, dat antwoord moet geven op de vraag welke ontwikkelingen gewenst zijn, vindt plaats tegen de achtergrond van de discipline georiënteerde research die inzicht geeft welke de technologische mogelijkheden zijn. Aan de hand van enkele voorbeelden kan worden geïllustreerd hoe de mogelijkheden voor de verwerking, het transport en de opslag van informatie zich hebben ontwikkeld.

Allereerst de informatieverwerking. De kosten van informatieverwerking met een computer zijn in sterke mate afhankelijk van de geheugenkosten. De geheugenkosten, uitgedrukt in cent per geheugenplaats (bit), zijn tussen 1970 en 1980 met een factor 30 gedaald.
Dit is niet bereikt door binnen één technologie steeds grotere aantallen te produceren maar door wezenlijke verbeteringen in de technologie aan te brengen waardoor sprongsgewijze de kosten dalen. Rond 1973 is de overgang van het magnetische kerngeheugen naar het halfgeleider geheugen ingezet. (Fig. 8)

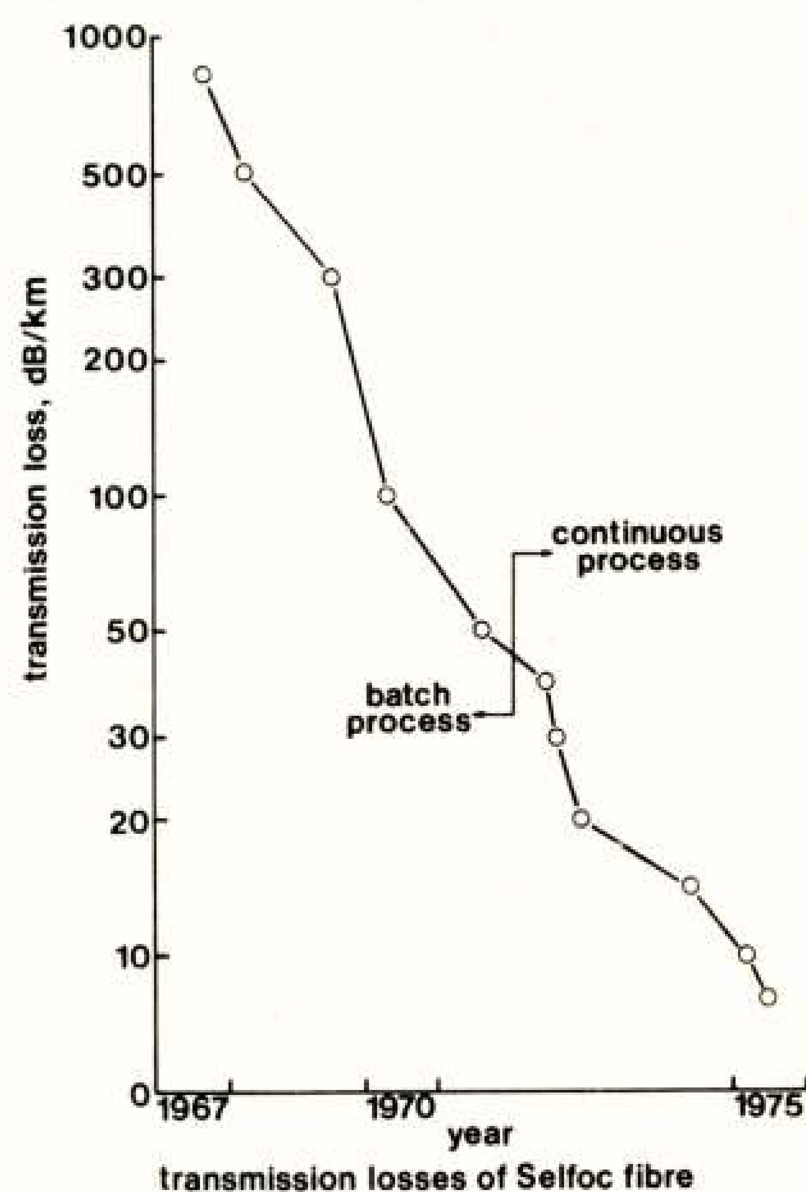


Figuur 8

Ook in het transport van grote hoeveelheden informatie nadert een punt waar een totaal nieuwe technologie zijn intrede doet. Staan nu ter beschikking coaxiale kabels, straalzenders en satellieten, in de nabije toekomst komt daar nog bij de glasvezelkabel die t.o.v. de coaxiale (koper) kabel sterk in het voordeel is wat betreft volume, gewicht en maximaal te overbruggen afstand zonder tussenversterking.

De snelle technologische ontwikkeling blijkt uit het verloop van de lichtverliezen in de glasvezel. Bedroeg deze in 1967 nog ca. 1000 dB/km, in 1975 waren deze reeds gedaald tot minder dan 10 dB/km, nu is een waarde van 4 dB/km normaal. (Fig. 9)

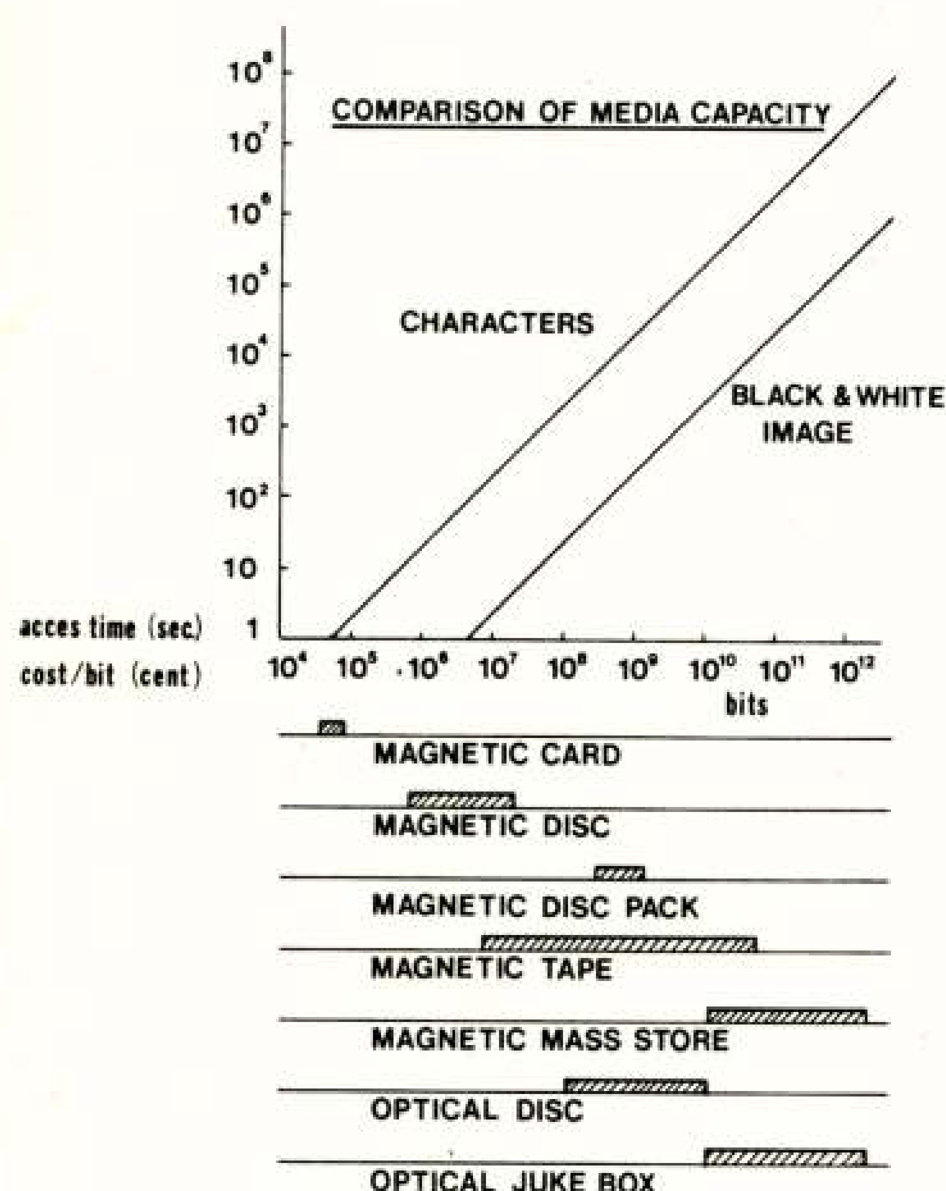
De betekenis van zulke lage verliezen ligt hierin dat via één glasvezel van 0.1 mm doorsnede gelijktijdig 2000 telefoongesprekken kunnen worden gevoerd, waarbij de tussenversterkers op afstanden van 10 km kunnen worden geplaatst.



Figuur 9

Een derde gebied waar een technologische doorbraak wordt verwacht is dat van de informatieopslag. Bij de magnetische opslagmedia wordt de kleinste eenheid gevormd door de magnetische kaart waarop, in de vorm van karakters, één A4 pagina tekst kan worden opgeslagen. De grootste massageheugens hebben een capaciteit van 10^7 pagina's tekst. Moeten naast karakters ook figuren of plaatjes worden opgeslagen dan wordt de capaciteit sterk gereduceerd, niet in bitcapaciteit maar wel, door de geheel andere wijze van codering, uitgedrukt in A4 pagina's opslagcapaciteit.

Een geheel nieuw medium nu is de optische schijf die alleen of in een soort jukebox opstelling qua capaciteit vergelijkbaar is met de grotere magnetische systemen maar zich hiervan, wat accesstijd en kosten betreft, gunstig onderscheidt. (Fig. 10)



Figuur 10

Slotopmerking

De gebruikservaringen verkregen uit de beschreven deelonderzoeken en uit de simulatie van een geautomatiseerd archief op basis van microfiches, worden momenteel verwerkt in een experimenteel volledig electronisch geautomatiseerd information storage and retrieval system.

Het accent ligt hierbij op snelle soft- en hard copy document input- en output rondom digitale optische registratie voor de informatie opslag.

Literatuur

Gould D., 1977
Research Report, Writing, Dictating and Speaking Letters
IBM Research Centre, Yorktown Heights, New York 10598

Hoekstra W., Evers V.H.C., 1977
(tegenwoordig Philips Data Systems en Philips Nederland)
Automated Microfiche Filing System for Personal Use
IEEE Transactions on Professional Communication, vol. PC-20, no. 4, December 1977

Klemmer E.T., Snyder F.W., 1972
Measurement of Time Spent Communicating
The Journal of Communication, vol. 22, June 1972, p. 142-158

van Nes F.L., Institute for Perception Research Eindhoven (IPO)
van der Heijden J., Philips Research Laboratories, Geldrop
The use of computers by ordinary people.
Input and output media.
IPO Annual Progress Report 13, 1978

Ochsman R.B. and Chapanis A., 1974
The effects on 10 communication modes on the behaviour of teams during co-operative problem solving
International Journal of Man-Machine Studies, vol. 6, pp. 579-619, 1974

Porat M.U., 1977
The Information Economy Definition and Measurement
U.S. Office of Telecommunications
OT special publication 77-12(1), p. 2, 121

Short J., Williams E., Christie B., 1976
The Social Psychology of Telecommunications
London, England, John Wiley and Sons, Ltd., 1976

van Veen K., 1977
Institute for Perception Research (IPO)
Eindhoven, private communication

Voordracht gehouden op 6 maart 1979 in het Jaarbeurs congrescentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 278) en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

ALGEMEEN INTERACTIEF GEBRUIK VAN BEELDSCHERMEN

Prof. Dr. H.Bouma
Instituut voor Perceptie Onderzoek
Postbus 513 5600 MB Eindhoven

Apparatuur die bedoeld is om gebruikers aan informatie te helpen danwel informatie van gebruikers op te nemen, behoort te zijn aangepast aan de menselijke informatieverwerking. Deze aanpassing kan worden bereikt door een moeizaam en langdurig proces van trial en error of een inzichtelijk en snel proces door toepassing van kennis van de menselijke informatieverwerking. De wetenschappen van de menselijke informatieverwerking maken thans snelle vorderingen zodat de laatstgenoemde weg behoort te worden toegepast. Dit betekent dat het vakgebied van de menselijke informatieverwerking een basisvak van de techniek is geworden met alle organisatorische consequenties vandien.

Een recent voorbeeld waarbij de trial en error methode nog is toegepast betreft beeldschermen voor tekst. Er ontstond grote onrust toen er in de pers berichten verschenen dat het gebruik van deze beeldschermen slecht was voor de ogen. De ontwerpers hadden met deze mogelijkheid namelijk geen rekening gehouden, vermoedelijk uit onbekendheid met het vakgebied. De onrust heeft er onder meer toe geleid dat van overheidswege initiatieven zijn genomen om het langdurig gebruik van beeldschermen te verbieden. De maatschappij is zodoende opgescheept met een vervelend probleem. Dit had gemakkelijk voorkomen kunnen worden indien tijdig bestaande inzichten van het vakgebied van de menselijke informatieverwerking waren benut.

Voor een goed begrip van hoe gebruikers omgaan met beeldschermen voor tekst en andere informatie moeten we eerst begrijpen hoe het leesproces bij de mens verloopt. Een drietal aspecten kan hieraan worden onderscheiden: 1) oogbewegingen over de tekst waarbij het oog in het algemeen niet glijdt maar springt over de regels. Ook bij het zoeken van een stukje informatie blijkt het oog voortdurend sprongen te maken. Vragen die hier van belang zijn betreffen de manier waarop de oogsprongen vanuit het brein gestuurd worden en de grootte en vaakte ervan; 2) herkenning gedurende een oogpauze. Het betreft hier vooral het zien in het blikpunt en het gebied daar net omheen. Hoe groter dit "leesgezichtsveld" is, hoe gemakkelijker het lees- en zoekproces verloopt. Het is dus van groot belang om de grenzen van dit gebied experimenteel vast te stellen en ook theoretisch te begrijpen; 3) de manier waarop informatie die in opeenvolgende oogpauzes binnenkomt, in het z.g. werkgeheugen wordt gecombineerd. Met name de dynamica van dit proces is van groot belang: hoe snel nemen we informatie op, hoe snel vergeten we het en wat is de capaciteit van het werkgeheugen.

Ook al kunnen nog niet alle theoretische vragen beantwoord worden, toch is het al heel goed mogelijk om bestaande inzichten toe te passen op het gebruik van bijvoorbeeld beeldschermen zowel om te zoeken als om te lezen.

De manier waarop gebruikers met informatie-apparatuur omgaan heeft natuurlijk veel meer facetten dan alleen het lezen. Binnenkort zal het bijvoorbeeld mogelijk worden dat de machines ook gesproken boodschappen kunnen geven die via een vaste stof geheugen naar keuze toegankelijk is. Ook het toetsenbord is slechts een van de mogelijkheden om de machines van informatie te voorzien. Als voorbeeld van een geheel andere wijze van omgaan met informatie-apparatuur is in het kader van het IPO-onderzoek een informatie-automaat gemaakt, waarbij uitsluitend van gesproken boodschappen gebruik wordt gemaakt. De machine herkent bepaalde boodschappen en geeft gesproken boodschappen terug.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat bij nieuwsoortige informatie-apparatuur steeds gebruiksonderzoek in de praktijk nodig is. Dit gebruiksonderzoek beperkt zich niet tot subjectieve indrukken van de gebruikers, maar levert ook preciese gegevens op hoe de apparatuur in werkelijkheid gebruikt wordt.

Voordracht gehouden op 6 maart 1979 in het Jaarbeurs congrescentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 278) en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

IEEE BENELUX SECTION

SUMMER SCHOOL OF DIGITAL SIGNAL PROCESSING
THEORY AND APPLICATIONS.

August 21 - 24, 1979
Eindhoven University of Technology,
The Netherlands.

Purpose

The four day course is intended to give a background in the theory of digital signal processing, and will discuss applications in a variety of fields, such as speech processing, medical signal processing, spectral analysis, and image processing. The theory and design of digital filters will be a prominent part of the course. The Summer School will be given in English.

Course contents

Introduction to digital signal processing. Linear time-invariant systems, difference equations, impulse response, convolution.
Transform techniques; Fourier transform, z-transform.
Discrete Fourier Transform and Fast Fourier Transform.
A/D and D/A conversion.
Relationship between analog and digital signals.
Bilinear and impulse invariant transformation.
Interpolation, decimation, and applications.
Digital Filters.
FIR and IIR filters, non-recursive and recursive, filter structures, accuracy of coefficients, finite word length effects, design examples.

Course material

Participants will receive the text of lecture transparancies, and a choice of one standard text book.

Teaching Staff

The Summer School is taught by Dr. T.A. Claasen and Dr. W.F. Mecklenbräuker of the Philips Research Labs. A programme of speakers will cover applications.

Registration

Participant fee Hfl. 450.-, including course materials, text book and lunches. Student fee Hfl. 200,-; accreditation to be demonstrated.
Payment by cheque or bank transfer to :
ABN, Geldrop, Netherlands, account 52.70.17.272 or
Postal Account 30 99 125, Treasurer IEEE Benelux, Waalre, Netherlands.
Registration notification send to : IEEE Benelux Section, Puttendijk 12, Maarheeze, The Netherlands, phone (31)40.762060 or 762502.

Hotel accomodation can be arranged upon request.
Admission is limited to 50 persons. Registration should be received before July 15, 1979. Applications are handled in the order in which they are received.

DAS BÜRO DER ZUKUNFT
EIN LAUFENDER WANDLUNGSPROZESS

H.L. Kristen, Verkaufsdirektor
IBM Deutschland GmbH, Stuttgart

The office of the future should not be dominated by technology. The human aspect, i.e. the people who work in the office, is a significant factor, which will have to be taken into consideration in designing the office of the future. In addition the organizational requirements should be checked very careful. In spite of all technological developments, today's office is still basically far from being able to utilize the modern technologies available. Two of the most serious problems in offices today are rising costs and increasing mountains of paper. The major share of office costs is accounted for by personnel expenses involved in the gathering, evaluation and dissemination of information. New technologies are available which could streamline office procedures and improve the handling of information, while nevertheless keeping costs to a minimum. However, in order to be able to implement these technologies, it will usually be necessary to develop new organizational structures in the office. A look at the office of the future, protrayed in a scenario by Allan Purchase and Carol Glover, provides an interesting glimpse of the work of a department head in the not too distant future. Hand in hand with such new technologies as, communication panel, CRT display, computer access from his desk and electronic mail, the principal has at his disposal a new organizational structure which offers the capabilities required for full utilization of these technological aids and streamlined working conditions. Yet in spite of all these technological aids and streamlined organizational structures, people remain the focal point and the key to the success of any office. In the office of the future, the employee will not only require a high level of education and schooling, but will have to be convinced of his or her individual inportance and of the role he or she plays within the organizational structure. This will necessitate the continuing discussion and implementation of such concepts as working conditions, motivation, job enrichment and job enlargement. Only then will the employee be willing to adapt to changing office environments and to make full use of the technolical aids offered to him.

EINLEITUNG

Wenn ich heute vor Ihnen einige Gedanken zum Büro der Zukunft erläutern darf, so mögen Sie darin eine Bestätigung Ihrer eigenen Beobachtung finden, daß das weite, sehr spezialisierte Gebiet der Nachrichtentechnik in der Zukunft eine noch engere Verbindung mit der Büromaschine im weitesten Sinne des Wortes eingehen wird. Zur Zeit beobachten wir das Aufkommen von neuen Kommunikationsformen, die man allgemein unter der Bezeichnung "Telekommunikation" zusammenfaßt.

Neben den Plänen nationaler Betreiber von Fernmeldediensten neue Kommunikationsdienste einzuführen, beobachtet man die Bemühungen von wissenschaftlichen Instituten und anderen Fachgremien und die konzentrierte Berichterstattung gut bekannter Magazine, sich mit den Problemen des Büros von heute und morgen zu beschäftigen.

Derartige Berichte lassen den Schluß zu, daß an der heutigen Art und Weise, wie sich uns Büros optisch, organisatorisch und im Hinblick auf ihre maschinelle Ausrüstung darstellen, Kritik geübt wird. Denn das Herstellen, das Verteilen von Informationen und das Ablegen bzw. Aufbewahren zum Zwecke eines zukünftigen Zugriffs, womit sich Millionen von Mitarbeitern in den Büros weltweit täglich bestätigen, ist angeblich mit steigenden Kosten verbunden. Und das Ergebnis? Eine laufende, beängstigende Zunahme dieser Informationsflut.

Öffentliche Diskussion

Werden nun Problemlösungen bekannt und veröffentlicht, reagiert die öffentliche Meinung sofort darauf und bezieht auch die eingangs beschriebenen Bemühungen der Einführung neuer Kommunikationsdienste in das Pro und Kontra der Beurteilung mit ein. Es kommen Bedenken auf, ob all diese zukunftsorientierten Vorschläge nicht neue Probleme schaffen, von denen man noch nicht recht weiß, welches Gewicht sie für jeden von uns haben werden.

TECHNISCHE ASPEKTE

Technische Lösungen

Ich könnte es mir nun leicht machen und diese z. T. negative Kritik übersehen und Sie, meine verehrten Damen und Herren, einfach mit möglichen Formen der Neugestaltung des Büros der Zukunft bekannt machen und versuchen, Ihnen die einzelnen Variationen zu erklären. Aber ganz so einfach ist die Sache wohl nicht. Nur der Technik bzw. der technischen Ausstattung eine dominierende Rolle im Büro der Zukunft zuzuerkennen, wäre sicherlich der größte Fehler, den wir machen können. Die h u m a n e und die o r g a n i s a t o r i s c h e Komponente fehlen nämlich!

Entwicklung der Büromaschinen

Erlauben Sie mir zunächst einen kurzen Rückblick auf die Entwicklung der Büromaschine in den letzten 15 Jahren. In den Büros verschiedenster Branchen und Größenordnungen trafen wir vor Jahren und treffen wir noch heute eine Vielzahl von Büromaschinen an, die für ganz spezielle Anwendungen konstruiert worden waren: die Schreibmaschine, das Diktiergerät, die Rechenmaschine, das Kopiergerät und eine Vielzahl anderer Geräte bzw. Maschinen, und ich darf natürlich an dieser Stelle auch das Telefon und den Fernschreiber mit einbeziehen. Auf der anderen Seite hatte sich bereits der Computer als eine zentrale Einheit etabliert, an die die Arbeit im wahrsten Sinne des Wortes herangetragen werden mußte.

Hier beginnt nun eine interessante Entwicklung: es verbinden sich nämlich verschiedene Geräte zu einem neuen Produkt, z. B. die Schreibmaschine mit der Rechenmaschine zu einer Fakturiermaschine, die ihrerseits wiederum durch Koppelung mit besonderen Einrichtungen die Basis für die weitere sogenannte mittlere Datentechnik bildet.

Auch gibt es systemartige Verbindungen: das Diktiergerät z. B. verbindet sich mit der Schreibmaschine und legt die Basis für die Textverarbeitung. Außerdem werden verschiedene Speichermedien, wie z. B. der Lochstreifen, dann das Magnetband und später die Magnetkarte mit der Schreibmaschine verbunden. Dadurch stehen uns heute Textverarbeitungsmaschinen und -systeme zur Verfügung. Das Telefon wird mit dem Fernkopierer gekoppelt, um nichtcodierte Informationen zu übertragen.

Während dieser Zeit tat der Computer einen entgegengesetzten Schritt; er gab seinen zentralen Standpunkt zum Teil auf und brachte über entsprechende Terminals einen Teil seiner Fähigkeiten an den Arbeitsplatz im Büro zurück.

DAS BÜRO DER GEGENWART

Problemanalyse

Trotz dieser in den letzten Jahren entwickelten Möglichkeiten behaupten Experten nach wie vor, daß, wenn man heute einen Blick ins Büro wirft, das Büro der Gegenwart von einer optimalen Gestaltung immer noch weit entfernt ist, geschweige denn eine zukunftsweisende Richtung eingeschlagen hat. Die Problematik steigender Kosten und das Anwachsen der Papierfluten werden nicht immer durch verbesserte Organisation gelöst, sondern sehr häufig noch durch äußere Statussymbole überlagert. Der prozentuale Anteil an der Gesamtarbeitszeit für das Sammeln, Zusammenstellen und Verarbeiten von Informationen ist viel zu hoch und beschränkt den Zeitaufwand erheblich, den insbesondere Führungskräfte für kreative Denkprozesse und anstehende Entscheidungsfindungen nutzen sollten.

Es gibt Unternehmen, in denen etwa 1/3 aller Personalkosten aus der Beschäftigung mit Informationen resultieren. Und die Aufschlüsselung der informationsbezogenen Personalkosten zeigt, daß über 70 % dieser Kosten im Bereich der Führungskräfte entstehen; eine Zahl, die doch sehr zu denken geben sollte. Diese Angaben stammen aus einer Untersuchung, die die IBM in mehreren Industriezweigen durchgeführt hat.

Die Summe aller in einem Unternehmen anfallenden Informationskosten - aufgeschlüsselt nach personen- und sachbezogenem Anteil - zeigt auffällig, daß die sachbezogenen Informationskosten nur wenig über 10 % ausmachen. Die wirtschaftliche Notwendigkeit, sich intensiv mit den übrigen 90 % zu beschäftigen, wird dadurch nachhaltig unterstrichen.

Es ist ein Erfahrungswert, daß eine unzulängliche Organisation der Verfügbarkeit von Informationen sich nachteilig für ein Unternehmen auswirkt.

BLICK IN DAS BÜRO DER ZUKUNFT

Herr Kilian

Und nun lassen Sie uns einen Blick in das Büro der Zukunft werfen in der Hoffnung, daß uns hier Lösungsversuche angeboten werden, die die eben geschilderten Mängel, wie zu hohe Kosten, nicht verfügbare Informationen, unzulängliche Organisation etc. vermeiden helfen. Dabei beziehe ich mich auf einen Bericht, den der Wirtschaftswissenschaftler Allan Purchas zusammen mit der Journalistin Carol Glover im Anschluß an eine Untersuchung geschrieben hat, die die Auswertung von Arbeiten des Stanford Research Institutes in Amerika zu diesem Thema zusammenfaßt. In dem Artikel "All in a day's work - 1985" beschreiben die beiden Autoren den Alltag eines Abteilungsleiters - nennen wir ihn Herrn Kilian - der früh am Morgen sein Büro betritt.

Das Bürogebäude ist nach neuzeitlichen Erkenntnissen, und zwar nach den Forderungen der Organisation, gebaut worden, und man hat durch sehr umfangreiche Analysen die Grundlage für ein fortschrittliches Büro- und Verwaltungsgebäude gelegt. Herr Kilian betritt sein Büro und trifft nicht mehr, wie es heute noch allgemein üblich ist, eine Vorzimmerdame an, die sein Büro bewacht. Im steht stattdessen ein Sekretariatsdienst zur Verfügung, der sich aus sehr spezialisierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zusammensetzt. In diesem Team von Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen finden Sie z. B. eine Spezialistin für Kommunikationsfragen, für Textverarbeitung, für Ablage- und Speichersysteme, und Sie finden auch eine Spezialistin für Verwaltungsaufgaben.

Der Arbeitsplatz

Der Schreibtisch von Herrn Kilian sieht anders aus, als wir es heute noch gewohnt sind. Es ist ein Arbeitstisch, der nicht mehr mit sehr viel Schubfächern an der linken und rechten Seite ausgestattet ist, denn der Papieraufwand zur Bearbeitung von Informationen und damit die Aufbewahrung laufender Vorgänge ist jetzt auf ein Minimum reduziert worden.

Herr Kilian hat neben dem Schreibtisch ein sogenanntes Kommunikations-Paneel, über das er den Zugriff zu allen benötigten Informationen über das Kommunikationssystem des Hauses hat. Außerdem steht ihm ein Bildschirm zur Verfügung, der es ihm ermöglicht, sich seinen gesamten Posteingang und -ausgang visuell darstellen zu lassen. Dieser Bildschirm berücksichtigt selbstverständlich alle zu diesem Zeitpunkt bekannten ergonomischen Erkenntnisse. Am Arbeitsplatz befindet sich ein Ausweisleser für Herrn Kilian, da er aufgrund seiner Funktion Zugriff zum internen Datenverarbeitungssystem und zu externen Datenbanken haben darf und muß. Auch gestattet ihm das Kommunikations-Paneel, sich Mikrofilme an seinem Arbeitsplatz zeigen zu lassen. Lassen Sie mich an 2 Fällen seines Arbeitsalltages verdeutlichen, wie nun der Arbeitsalltag von Herrn Kilian aussieht.

Posteingang

Jeder von Ihnen, meine sehr verehrten Damen und Herren, weiß, wie der Schreibtisch am Tag nach einer längeren Geschäftsreise aussieht. Es hat sich viel Post, d. h. viel Papier angesammelt. Das gibt es bei Herrn Kilian nicht mehr. Über eine entsprechende Funktionseingabe kann er sich alle Vorgänge, die zur Bearbeitung anstehen, über den Bildschirm zunächst durch Stichworte darstellen lassen. Er entscheidet aufgrund der Themen, der Dringlichkeit und seines persönlichen Aufgabenbereiches, in welcher Reihenfolge er die vorliegenden Vorgänge erledigen will.

Wenn er glaubt, daß er zur Bearbeitung einen Vorgang in gedruckter Form benötigt, bittet er seine Kommunikations-Sekretärin - sie ist eine Mitarbeiterin im Sekretariatsdienst mit besonderen Spezialkenntnissen - diesen Vorgang über einen Schnelldrucker oder ein elektrostatisches Vervielfältigungsgerät ausdrucken zu lassen. Das geschieht mit einer solchen Geschwindigkeit, daß dadurch keine Arbeitsverzögerungen eintreten.

Textverarbeitung

Ein anderes Beispiel: er wird gebeten, einen Bericht nachzureichen, der sich auf einen bestimmten Vorgang bezieht. Er greift zum Telefonhörer auf dem Kommunikations-Paneel und ist mit dem Textverarbeitungssekretariat verbunden. Er sagt den Text an und nach kurzer Zeit wird ihm signalisiert, daß er diesen Text über den Bildschirm korrigieren kann. Da der Bildschirm mit einer Tastatur verbunden ist, kann er im Falle, daß nur geringfügige Korrekturen notwendig sind, diese selbst über die Eingabetastatur vornehmen. Sollte er dagegen umfangreiche Korrekturen an den entsprechenden Texten veranlassen wollen, kann er darum bitten, daß ihm der Text über einen Schnelldrucker ausgedruckt wird, um entsprechende Korrekturen auf der Kopie anzubringen.

Kommunikation

Sobald der korrigierte Text im Textverarbeitungssekretariat geschrieben ist, geht der Vorgang an die Kommunikationsbearbeiterin. Sie sorgt dafür, daß - entsprechend dem von Herrn Kilian festgelegten Verteiler - diese Information über den nachrichtentechnischen Kommunikationsweg innerhalb des Hauses übertragen wird und nicht mehr körperlich weitergetragen werden muß. Bei den Empfängern geschieht jetzt das gleiche: Sie bekommen das Stichwort des Vorganges am Bildschirm signalisiert und können entscheiden, ob Sie sich diesen Bericht ausdrucken lassen oder ob Sie den Text über den Bildschirm lesen möchten.

Erst ein gut funktionierendes internes Informationssystem ist die Voraussetzung dafür, daß externe Informationsempfänger und -sender über neue Kommunikationssysteme, wir Bürofernschreiben, Telefax etc., miteinander reibungslos in Verbindung treten können.

DER MITARBEITER

Mensch-Büro

Wenden wir uns jetzt noch einem dritten, sehr gravierenden Punkt zu: dem Mitarbeiter. Ernst H. Plesser, Bankdirektor, schreibt in der Zeitung "Managementzeitschrift io" folgenden Einführungssatz (ich darf zitieren):

"Die Entwicklung der westlichen Industriegesellschaften ist gekennzeichnet von einer langsam, aber stetig wachsenden Bedeutung des Menschen im Mensch-

Maschine oder Mensch-Bürokratie-System. Die Ursachen dafür liegen in 2 Bereichen. Zum einen fügen sich die Mitarbeiter nicht mehr kommentarlos in veränderte Gegebenheiten. Ein steigendes Bildungs- und Informationsniveau sowie größere politische Mündigkeit haben das Selbstwertgefühl angehoben. Zum anderen ist die Aufgabe der Unternehmung immer umfangreicher geworden." (Zitatende).

Menschliche Aspekte

Die Diskussion über Arbeitsbedingungen, über Motivation Job-Enrichment und Job-Enlargement hat bereits begonnen. Der Mensch, d. h. der Mitarbeiter, wird und muß in der zukünftigen Büroorganisation neben der zu benutzenden Technologie eine gleichwertige Rolle spielen können. Die Zeit im Rahmen dieses Referates reicht leider nicht aus, alle Maßnahmen aufzuzeigen, die heute schon und in der Zukunft notwendig sind, um eine Beschreibung dieser Rolle des Mitarbeiters zu geben. Mehr Informationen für den Mitarbeiter, klare Aufgabenbeschreibung und übersichtliche Arbeitsabläufe, Abwechslungsreichtum bei der Arbeit und die Sichtbarmachung der Bedeutung des einzelnen Mitarbeiters innerhalb einer Organisation sind wesentliche Kriterien. Training und entsprechende Schulung sollten es dem Mitarbeiter ermöglichen, sich innerhalb für ihn transparent gemachter Karrierepläne entwickeln zu können. Das gilt sowohl für den weiblichen als auch für den männlichen Mitarbeiter.

Chef-Sekretärin

Wir stellen damit das Arbeitsverhältnis "Chef-Sekretärin" in Frage und finden über spezialisierte Sekretariatsdienste Möglichkeiten, rationelle Arbeitsbedingungen verbunden mit spezifischen Entwicklungsmöglichkeiten gerade auch für die weiblichen Mitarbeiter zu schaffen. Finden wir keine neuen Wege einer solchen Kooperation in kleinen wie in großen Büroorganisationen, dann wird das Beharrungsvermögen und die Schwerfälligkeit, sich Änderungen zu unterziehen, zum Hemmnis für jeden Fortschritt werden und bleiben.

Das Mißtrauen, mit dem jede Neuerung technischer und organisatorischer Art beobachtet wird, wird durch den subjektiven Eindruck untermauert, daß der Mitarbeiter glaubt, er sei nur ein Element in rein wirtschaftlichen Überlegungen, das man beliebig ein- oder zuordnen kann. Ignoriert man diese Empfindungen, wird es müßig sein, weiter über das Büro der Zukunft nachzudenken und zu sprechen.

FAZIT

Für viele von Ihnen, meine Damen und Herren, werden diese Gedanken selbstverständlich sein, aber ihre Verwirklichung steht in den meisten Fällen immer noch aus. In einem kontinuierlichen Wandlungsprozeß werden wir das heutige Büro zum Büro der Zukunft entwickeln.

Voordracht gehouden op 6 maart 1979 in het Jaarbeurs congrescentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 278) en de Sectie Telecommunicatietechniek KIVI.

UIT HET NERG

De Heer J.W. Tetteroo in het goud.

Onlangs is aan de heer Tetteroo uitgereikt de erememedaille in goud, verbonden aan de Orde van Oranje-Nassau.

De heer Tetteroo is sedert 1941 werkzaam bij het Neher laboratorium van de PTT, en voert sinds 1968 de administratie voor het NERG.



De uitstekende wijze waarop de administratie van het NERG door hem wordt verricht, is mede aanleiding geweest tot het verlenen van deze onderscheiding.
De redactie commissie maakt van deze gelegenheid gebruik zijn hartelijke gelukwensen aan te bieden.

VERY GOOD FELLOWS

Twee leden van ons Genootschap, Prof.Dr.Ir. P.Eykhoff (THE) en Dr.Ir. L.E. Zegers (Philips Nat.Lab) viel de grote eer ten deel op grond van hun grote verdiensten op hun vakgebied te worden benoemd tot Fellow-IEEE. Van harte gelukgewenst! Lang houde de Elektronica hen nog boeiend bezig. Waarvan akte! (om nu eens te eindigen met woorden van de notaris voormeld). W.H.

Professor dr. H. Bremmer 75 jaar.

Op 23 maart j.l. werd professor Bremmer 75 jaar. De bijzondere positie, die Bremmer nu al zoveel jaren in het Nederlands wetenschappelijk radio onderzoek inneemt, was voor het NERG en het nederlands URSI Comite aanleiding de jarige in de vergadering van 29 maart te huldigen, door het aanbieden van een speciaal aan hem opgedragen nummer van "Radio Science". Prof. de Hoop en Prof. Krul traden voor deze gelegenheid op als Associate Editors. Tot de bekende buitenlandse medewerkers behoorden: Arnbak, van Bladel, Bornatici en Engelmann, Felsen, Furutsu, Ishimaru, Mittra en de Wolf. Nederlandse bijdragen kwamen van Blok, Broer, de Hoop, Sluyter en Ropma, Stumpers en Weenink.

Na een opleiding in de cryogene physica, die leidde tot een promotie bij professor de Haas, kwam Bremmer in 1934 naar het Philips Natuurkundig Laboratorium in de afdeling van der Pol. Practisch werk, met Weijers, aan radiobuizen, maakte spoedig plaats voor theoretisch onderzoek. Van der Pol had al eerder alleen, maar ook samen met Niessen, een leerling van Sommerfeld, gewerkt aan propagatieproblemen, en aan de theorie van Laplace transformatie, en het was op dit gebied, dat Bremmer's bijdragen tot grote vooruitgang zouden leiden. Van der Pol was een inspirerend leider, en hij had grote interesse voor het werk van Bremmer. Hij had echter toen al een vrij grote afdeling, en dus niet zo veel tijd voor het detail. Na de bekende Phil. Mag. artikelen over de buiging om de ronde aarde, en het boek met van der Pol over de Laplace transformatie, kwam Bremmer met zijn eigen boek "Terrestrial Radio Waves" en een beroemd Enzyklopedie artikel, naast een honderdtal andere bijdragen tot de wetenschappelijke literatuur. In de CCIR en de URSI werd Bremmer een algemeen geachte en geziene persoonlijkheid.

Na beeindiging van de Philips periode had Bremmer ruim vijf jaar de leiding van een theoretische groep van de FOM voor plasma-physica. Dit leidde, in combinatie met zijn buitengewoon hoogleraarschap in Eindhoven tot een tiental dissertaties. Tussen zijn intreerede over het onderzoek van de atmosfeer met radiogolven, en zijn afscheidsrede over de theoretische begeleiding van de technische radio ontwikkeling (1960-1977) ligt een periode, waarin zeer velen van Bremmer's didactische gaven hebben geprofiteerd.

Het was voor iedereen verheugend te zien, in hoe goede conditie Bremmer, die voor de gelegenheid uit Spa was overgekomen, zijn 75e verjaardag heeft gevierd. We wensen hem en zijn vrouw nog vele prettige jaren.

F.L.H.M. Stumpers







Enkele beelden van de aanbieding.
Links boven: Stumpers spreekt Bremmer toe
Rechts boven: Bremmer spreekt een woord van dank uit
Onder : De eerste afdruk van het "Bremmer nummer" van Radio Science wordt ingezien.

URSI

Electromagnetic Compatibility Symposium Rotterdam, May 1979.

In 1975 and 1977 an EMC Symposium was held in Montreux. Because of the organisation of the CISPR Plenary Assembly in the Hague, it seemed attractive to choose Rotterdam this time. Professor Borgnis remained chairman of the Organisation Committee, but professor de Kroes (Chairman Netherlands Electrotechnical Committee) became chairman of the Symposium Council, and Mr. Derkx, Director of the Netherlands Normalization Institute, vice-chairman of the Symposium Council (with professor Leuthold). Professor Stumpers was again chairman of the Program Committee, dr. Dvorak, technical secretary and editor of the Proceedings, Mr. Gerritsen, organizing manager.

On Tuesday, May 1, drs. Leenman, Director-General of the Dutch P.T.T. officially opened the Symposium. Mr. Hagn, chairman of U.R.S.I., commission E gave the keynote address, stressing the statistical approach and U.R.S.I.'s willingness to cooperate with CCIR and CISPR in matters of spectrum management and measuring methods for radio interference. (U.R.S.I. acted as a cosponsor of this Symposium and was represented at the opening by dr. Minnis. Two sessions on spectrum Management, and two sessions on the Nuclear Electromagnetic pulse stressed important subjects. Mr. Kirby, Director of C.C.I.R., and his collaborator Mr. Rutkowski treated effects of the World Administrative Conference 1979. (Professor Struzak, vice-chairman of Study-Group I of C.C.I.R. chaired this session). The NEMP session, organised by dr. Tesche and dr. Baum, gave a good review of the activity in this field in the U.S.A. and Europe.

C.I.S.P.R. was well represented·Mr. Akerlind, acting chairman spoke at the opening ceremony, prof. Showers, incoming president, chaired the session on measuring methods and production testing. Mr. Meyer de Stadelhofen, retired president, and several subcommission presidents were active too (professor Egidi, mr. de Jong, dr. Jackson). The IEEE EMC Group, a cooperating society, was represented by Mr. Hill; Eurel too acted as a co-sponsor . Plans for better international coordination of symposia were discussed. A round table discussion on CISPR, Regional and National RFI Control and Measurement on Thursday afternoon brought a very lifely discussion and a large audience till it finished at five thirty on the last day.

The eighteen sessions of the Symposium covered the whole field of EMC. A large exhibition in which 23 firms participated, always had something interesting to show, during the breaks, and, when one preferred to look for new instruments oneself, rather than to listen, to what others did with them. ---. There was the usual get-together cocktail party on Tuesday evening and the banquet on Wednesday night. One of the most difficult tasks of the program committee is the preparation of the list of citations and prizes for good contributions. It always takes quite a long time to come to an agreement. Citations went to Takagi (Japan) ("characteristics of electrical discharge noise sources"), Kalmakov (USSR) ("Checking click sources for compliance with CISPR Limits") and Hadrian (Austria) ("Conductive facades for lightning protection"). The second prize was divided ex aequo between Hamelin (France) ("Lightning discharge surges induced on overhead power lines"), Gallon, U.K. ("EMP coupling to long cables"), professor Whalen ("Predicting RFI effects in integrated circuits"). The first prize was given to dr. David Middleton ("Implication of non-gaussian noise models for measurement and prediction of receiver performance"). as a token of appreciation for his leading theoretical work in this field.

Professor de Kroes gave a spirited dinner speech on international cooperation in general and EMC in particular. Taking into account the single-day participants, we came for the first time in Europe over the 500 mark. The unusually cold weather may have diminished the attraction of some of the organised trips (bulbs in "De Keukenhof", visits to town and harbours of Rotterdam), but in general the level of the discussions and lectures was quite high, so there was some compensation, if you decided tot stay indoors after all. There was an author's lunch (including session chairman), during which I had the opportunity to thank them all for their great help, especially those, who had sent in papers and abstracts well before the deadline.

Copies of the 600 page Proceedings of this Symposium are still available from the Netherlands Normalisation Institute, Polakweg 5, Postbus 5810, Rijswijk, 2280 HV, the Netherlands.

Mr. Mertel organised three workshops of a tutorial character. Seven ladies organised a tourist programme. All meetings took place in the conference complex of "De Doelen" in Rotterdam, including a free recital of Beethoven's Eight Symfony by the Rotterdam Philharmonic Orchestra at lunchtime on Wednesday.

F.L.H.M. Stumpers

VAN HET BESTUUR

ELEKTRONICA IN DE BAN VAN DE RING

Als de rode meidoorn zich ontvouwt tegen heldere blauwe luchten, dan is de zomer op komst. Knoppen ontluiken. Onze nieuwe statuten werden betekend bij de notaris, een vriendelijk heer in okergeel vest, die door de akte heen vloog als was het fast fourier. Ook in het notariële bedrijf grijpt de office communication om zich heen met alle gevolgen van dien. Onze steeds opmerkzame secretaris wist op het kritieke moment te voorkomen dat bestuursleden op het verkeerde formulier bij de Kamer van Koophandel werden aangemeld.

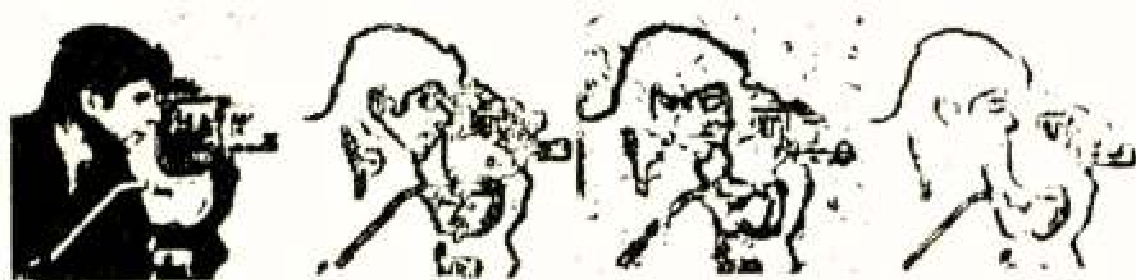
Vreemd eigenlijk dat veel elektronici zo weinig stilstaan bij de maatschappelijke uitwerking van hun vak. Is de elektronica te ingewikkeld of sluiten juist de beoefenaren zich bij voorbaat van deze vragen af? Misschien een reden om volgend jaar, als het NERG 60 jaar bestaat, eens wat meer aandacht te geven aan de maatschappelijke betekenis van deze veelomvattende wetenschap. Het bestuur ontvangt graag suggesties.

PATO-primeur in Delft



De Delftse T.H. beet de spits af door als eerste twee echte post-academische cursussen te organiseren, te weten: "Analoge IC's" en "Beeldverwerking en Patroonherkenning". In de eerstgenoemde cursus had het NERG-lid Prof. Davidse een leeuwendeel, in de tweede cursus de NERG-leden Prof. Boxma, Ir Gerbrandts en Dr. Backer. De eerste (4-daagse) cursus eindigde de dag voordat de tweede (3-daagse) cursus begon. Het Utrechtse NERG-lid Ir. Hoekstra maakte beide cursussen mee en was zodoende in staat over deze twee eerste cursussen een oordeel te geven en ze qua opzet en sfeer te vergelijken.

In de wereld van de TH's bestaat over de definitieve vorm en organisatie van het postacademisch technisch onderwijs nog geen communis opinio, zoals bleek op het laatste overleg. Er is nu een experimenteel stadium ingeluid, waarin men op bescheiden schaal ervaring wil opdoen.



Strukturele informatie in de eerste Delftse PATO-beelden

De eerstvolgende PATO-cursus wordt in Eindhoven gehouden van 27-29 aug. a.s.; deze zal gewijd zijn aan: "Techniek en ontwerp van geïntegreerde schakelingen". De TH-Delft zal van 3-6 juli onderdak bieden aan het vierde internationale symposium over "Mathematical Theory of Networks and Systems" onder voorzitterschap van het NERG-lid Prof. P. Dewilde. Ons Genootschap treedt op als co-sponsor van dit symposium evenals van het "Congress on Optical Communication" dat van 17-19 sept. a.s. in Amsterdam gehouden zal worden.

WUNDERKINDER



Toen Werner von Siemens in 1847 de wijzertelegraaf bedacht, zal hij waarschijnlijk niet vermoed hebben wat het resultaat zou worden van zijn ingenieuse en noeste arbeid. Een latere uitvinding was de dynamo, die een grote rol speelde in de eerste elektrische centrale (voor 4000 lampen) die de stad Den Haag in 1880 bestelde. Op 15 mei j.l. werden deze feiten in het Congresgebouw in Den Haag op vreugdevolle wijze herdacht n.a.v. het 100-jarig bestaan van het Nederlandse Siemensbedrijf. Siemens Nederland N.V. (met een jaaromzet in 1978 van meer dan 500 miljoen gulden) behoort tot de 10 grootste elektrotechnische industrieën in ons land. Het bedrijf levert, onder leiding van de dynamische hoofddirekteur drs. B. Henny, opvallend veel 'jonge' produkten (die minder dan 5 jaar op de markt zijn). Niet alleen op het gebied van de grote technologieën (zoals energie-opwekking en micro-elektronica), maar ook op vele gebieden van toegepaste techniek (b.v. in het verkeer en bij de hulpverlening aan bejaarden). Op de feestelijke bijeenkomst ging ook de film "In Zee" in première. Later op de dag bracht Herr Dr. Peter von Siemens de gelukwensen over van het Duitse moederbedrijf. Ook het NERG feliciteerde het jubilerende bedrijf waarvan de direktie driejaarlijks een prijs van ƒ 15.000,- gaat uitreiken ter bevordering van de elektrotechniek. In plaats van geschenken of bloemen wordt voorgesteld een jubileumgift te doen voor een projekt in het kader van het "Jaar voor het kind" op postgiro nr. 3054 (AMRO-Den Haag) rekening 43.00.21.682 (Geschenk Jubileum Siemens). Veel NERG-leden zullen hieraan ongetwijfeld meedoen. Want al kunnen er

SCHUNDKINDER



nu duizenden transistoren op een blokje het is tragisch te horen hoeveel kinderen op de hele wereld nog steeds te kort komen. Alleen al in Nederland komen er jaarlijks ruim honderd door mishandeling om het leven, om over het verkeer nog maar te zwijgen. Wat een mateloos kinderleed.

JUSTUM PRETIUM

Wat is de juiste, eerlijke en gerechtvaardigde prijs? Bijvoorbeeld voor een postacademische cursus. Op het bespreken van geldzaken schijnt een soort taboe te rusten. De portemonnaie is een onaangeboren schaamdeel en de zwarte geldstroom, die de fiscale spuigaten uitloopt, een vies sprookje. Moet men zich bij het vaststellen van een cursusprijs per se spiegelen aan de kosten van bepaalde managementstrainingen, commercieel

opgezet in peperdure hotels, b.v. ƒ 1500,- voor drie dagen? Moet een universitaire instelling, die deze taak van de regering opgedragen heeft gekregen, in een politieke ruil voor een (doorgaans onwelkome) verkorting van de studieduur ook dergelijke bedragen gaan berekenen? Maar dat doet men toch voor de studenten ook niet? De eerste twee, zeer succesvolle, postacademische cursussen in Delft lieten zien dat er voor ƒ 95,- per cursus (voor 3 of 4 dagen) iets goeds geboden kan worden. Hulde aan deze docenten en aan het aktieve NERG-lid Ir. C. Beekhuizen. Ook ten aanzien van andere scholingsdagen geldt de vraag naar de afweging van de gerechtvaardigde kosten. Wie schetst onze verbazing toen het KIVI, zonder overleg met het NERG, op 31 mei j.l. in Delft een dag over Micro-Elektronica organiseerde voor maar liefst ƒ 50,- p.p. Voor dit bedrag kan men bijna een jaar lid van het NERG zijn. Enkele vragen dringen zich op: Kan het KIVI eigenlijk nog langer als een goede zuster van het NERG en de IEEE worden gezien? Waarin zitten die hoge kosten eigenlijk? Honoraria voor de sprekers, speakersdiners of zaalkosten? Is het juist te zeggen: De werkgever betaalt het doorgaans wel? Gelukkig was er voor minvermogenden de volgende dag in Eindhoven gelegenheid zich te scholen op het gebied van microprocessoren, waarover de bekwame Ir. J. Wilmink (THT) op een colloquium sprak. Hiermee is echter niet beweerd dat men in de THE steeds voordelig uit is. Op een NERG bijeenkomst in 1977 kostte de lunch aldaar ƒ 5,50; op de werkvergadering van 30 mei j.l. maar liefst ƒ 12,50. De Leidse Universiteit berekende dit voorjaar voor een lunch voor leden van een professionele vereniging het bedrag van ƒ 6,75. Maar misschien serveert zo'n oude universiteit oudbakken broodjes.

VAN DE PENNINGMEESTER

Nee, nu eens geen opwekking om de achterstallige kontributie te betalen (al mag degeen, die dat zou aangaan gerust even die giro uitschrijven). Wel een korte beschouwing over het financiële reilen en zeilen van het NERG.

Dank zij de goede zorgen van velen staat onze vereniging er thans financiëel niet slecht voor: er is een bevredigend evenwicht tussen baten en lasten en het kapitaal is voldoende om er de nodige stoten mee op te vangen. In het laatste jaarverslag spraken de cijfers daaromtrent duidelijke taal. Hoewel......is hetallemaal zo duidelijk? Op de afgelopen algemene vergadering werden toch wat vragen gesteld en ontspon zich over sommige posten enige diskussie. Niet iedereen was in de gelegenheid dit evenement bij te wonen en het kan daarom nuttig zijn wat punten toe te lichten.

In het verslag zijn zoals gebruikelijk naast baten en lasten de inkomsten en uitgaven vermeld. Waar het voor een beoordeling van de gang van zaken op aankomt is de eerste kategorie, mede omdat het saldo daarvan de toe- of afname van het kapitaal bepaalt. Dit saldo (baten minus lasten) nu is het verschil van inkomsten en uitgaven, vermeerderd met de debiteuren- en verminderd met de krediteurenmutatie per einde boekjaar.

"Lasten" zijn voornamelijk de kosten van het tijdschrift, de werkvergaderingen en de administratie en bedragen globaal resp. 50, 15 en 25% van het totaal. Voor de vrij omvangrijke administratieve werkzaamheden beschikt het NERG over de zeer gewaardeerde medewerking van de heer Tetteroo, "hoeder" van onze "postbus 39".

Baten ontstaan voor het grootste deel uit de ledenkontributies, waarop de donaties een welkome aanvulling vormen evenals de rente op belegd kapitaal. Incidenteel zijn er inkomsten door een evt. batig saldo van kongressen, waaraan het NERG organisatorisch meewerkt; deze worden gewoonlijk voor een bijzondere bestemming gereserveerd.

Het is dus in de eerste plaats aan de leden om door het (tijdig) betalen van kontributie de noodzakelijke baten te verzekeren. Een paar jaar geleden was het hiermee nogal zorgelijk gesteld: de achterstand bedroeg zo'n 30% en enige sanering was dringend gewenst. Het bestuur besloot aan alle leden het verzoek te richten de kontributiebetaling voortaan d.m.v. een machtiging aan bank of giro jaarlijks automatisch te laten uitvoeren. Ruim de helft der leden voldeed inmiddels aan dit verzoek tot "automatisering" en velen vereffenden tevens hun oude schulden. Wat oninbaar bleek werd afgeschreven en voor een klein deel zal dit nog wel enkele malen nodig zijn. Niettemin, een flinke vooruitgang, waar allen van profiteren.

Plaatsruimte ontbreekt voor verdere uitwijdingen maar het moge duidelijk zijn, dat uw aller medewerking ook in financiëel opzicht nodig blijft om de aktiviteiten van het NERG ook in de toekomst voldoende te kunnen ontplooien.

E. Goldstern

Boekbespreking

Ir. J.J. Schrage: Functioneel schakelen deel 2, 198 pagina's; formaat 15,5 x 23 cm; prijs f 33,75. Uitgave Educaboek bv Culemborg.

In deel 2 van "functioneel schakelen" komen de digitale computer en de microprocessor aan de orde. Na een korte inleiding over de getalrepresentatie worden rekenmethoden met binaire getallen en rekenschakelingen behandeld. In een later stadium wordt dit uitgebreid tot een arithmetische en logische eenheid.
Ruime aandacht wordt besteed aan de opbouw en werking van verschillende typen geheugens, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen looptijd-, matrix-, straal- en oppervlakte geheugens.
De onderlinge samenwerking van de verschillende onderdelen waaruit een digitale computer is opgebouwd, wordt uitgelegd aan de hand van een vereenvoudigd blokschema. Meer in detail wordt daarna de microprocessor behandeld, die hier niet beschouwd wordt als onderdeel van een computer maar als een component voor het besturen van systemen en processen.
Verder wordt de omzetting van analoog naar digitaal en digitaal naar analoog besproken als schakel tussen de digitale computer en de analoge in- en uitgangen van een proces. Verschillende typen omzetters komen aan de orde.
De in dit boek behandelde onderwerpen geven een goed inzicht in de gebruiksmogelijkheden van uitgebreide digitale componenten in systemen en processen, waarbij ook aandacht wordt besteed aan de problemen die hierbij kunnen ontstaan.

Ir. J. Geel

Verantwoording

Het artikel op pag. 153 - 156 van P. Bruger en B. Waniewski werd overgedrukt uit de IEE Conference Publication 166 "IBC 78".
De redactie dankt hierbij voor de toestemming die zij hiertoe ontving.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

L. Bussink, Cirkel 10, Dordrecht
Ir. J. Geradts, Tasmanstraat 11, Den Haag
Ir. B.Th. Harbers, Paulus Potterlaan 3, Hilversum
Ir. M. Sikkens, Voorwerk 12, Winsum
Ir. C.D.R. de Vaal, Het Geuzenhuis 2, Gorinchem
Dr.ir. J.O. Voorman, Sleedoorn 32, Geldrop

Nieuwe leden

C.A.M. Boon, Veerstraat 19, Maassluis
Ir. A. Kamerman, Sloterweg 402, Badhoevedorp
Ir. N. Mobach, Geelkruid 96, Rotterdam

Nieuwe adressen van leden

Ir. S.M.C. Borgers, Postbus 2242, Eindhoven
Ir. P. Oosterom, Bergsemaas 26, Pijnacker

Conferentie Agenda

Conumel 80. Colloque international sur la commande numerique des machines electriques. Ecole centrale de Lyon, France. 28-30 Avril 1980 (Nerg is co-sponsor). Voor nadere inlichtingen: Mr. Ph. Auriol, Ecole Centrale de Lyon, Laboratoire d'Electrotechnique, BP 163 - 69130 Ecully, France.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 44 - nr. 3 - 1979

druk: Het Zuiden Eindhoven